

512,136
10/512136

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 4 日 (04.12.2003)

PCT

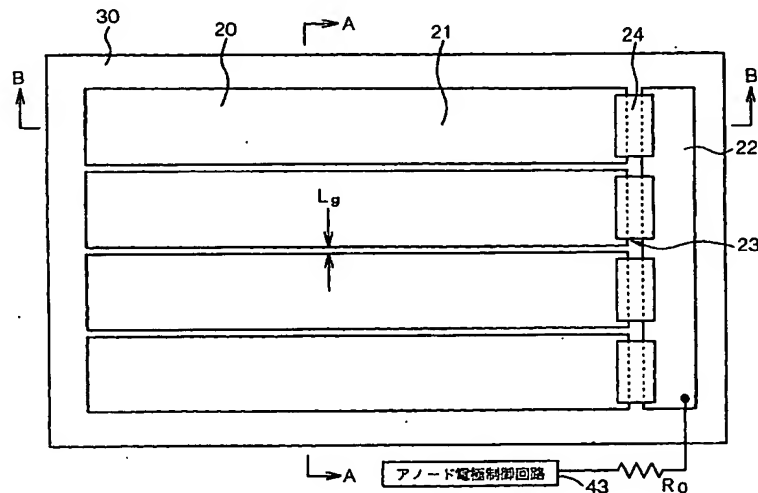
(10) 国際公開番号
WO 03/100813 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01J 31/12, 29/28, 29/92 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 小西 守一 (KONISHI, Morikazu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03801
(22) 国際出願日: 2003 年 3 月 27 日 (27.03.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(74) 代理人: 山本 孝久 (YAMAMOTO, Takahisa); 〒141-0032 東京都品川区大崎 4 丁目 3 番 2 号 秋葉ビル 301 号 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ:
特願 2002-150291 2002 年 5 月 24 日 (24.05.2002) JP (81) 指定国 (国内): KR, US.
特願 2002-297252 2002 年 10 月 10 日 (10.10.2002) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: COLD CATHODE ELECTRIC FIELD ELECTRON EMISSION DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 冷陰極電界電子放出表示装置



43...ANODE ELECTRODE CONTROL CIRCUIT

(57) Abstract: An anode electrode (20) in an anode panel constituting a cold cathode electric field electron emission display device consists of N ($N \geq 2$) anode electrode units (21). Each of the anode electrode units (21) is connected via a power supply line (22) to an anode electrode control circuit (43). It is possible to suppress generation of discharge between the anode electrode units (21) by satisfying $V_A/L_g < 1$ (kV/ μ m) wherein V_A (unit: kV) is the potential difference between the anode electrode control circuit output voltage and voltage applied to the cold cathode electric field electron emission device and L_g (unit: μ m) is the gap length between the anode electrode units (21).

[続葉有]

WO 03/100813 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

冷陰極電界電子放出表示装置を構成するアノードパネルにおけるアノード電極(20)は、N個(但し、 $N \geq 2$)のアノード電極ユニット(21)から構成されており、各アノード電極ユニット(21)は、1本の給電線(22)を介してアノード電極制御回路(43)に接続されており、アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電位差を V_A (単位:キロボルト)、アノード電極ユニット(21)間のギャップ長を L_g (単位: μm)としたとき、 $V_A/L_g < 1$ ($kV/\mu m$)を満足することにより、アノード電極ユニット(21)間における放電の発生を低減できる。

明 細 書

冷陰極電界電子放出表示装置

5 技術分野

本発明は、アノードパネルに設けられたアノード電極に特徴を有する冷陰極電界電子放出表示装置に関する。

背景技術

- 10 テレビジョン受像機や情報端末機器に用いられる表示装置の分野では、従来主流の陰極線管（CRT）から、薄型化、軽量化、大画面化、高精細化の要求に応え得る平面型（フラットパネル型）の表示装置への移行が検討されている。このような平面型の表示装置として、液晶表示装置（LCD）、エレクトロルミネッセンス表示装置（ELD）、プラズマ表示装置（PDP）、冷陰極電界電子放出表示
- 15 装置（FED：フィールドエミッションディスプレイ）を例示することができる。このなかでも、液晶表示装置は情報端末機器用の表示装置として広く普及しているが、据置き型のテレビジョン受像機に適用するには、高輝度化や大型化に未だ課題を残している。これに対して、冷陰極電界電子放出表示装置は、熱的励起によらず、量子トンネル効果に基づき固体から真空中に電子を放出することが可能
- 20 な冷陰極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と呼ぶ場合がある）を利用しており、高輝度及び低消費電力の点から注目を集めている。

図29及び図4に、電界放出素子を備えた冷陰極電界電子放出表示装置（以下、表示装置と呼ぶ場合がある）の一例を示す。尚、図29は従来の表示装置の模式的な一部端面図であり、図4はカソードパネルCPの模式的な部分的斜視図である。

25

図29に示した電界放出素子は、円錐形の電子放出部を有する、所謂スピント

(Spindt) 型電界放出素子と呼ばれるタイプの電界放出素子である。この電界放出素子は、支持体 10 上に形成されたカソード電極 11 と、支持体 10 及びカソード電極 11 上に形成された絶縁層 12 と、絶縁層 12 上に形成されたゲート電極 13 と、ゲート電極 13 及び絶縁層 12 に設けられた開口部 14 (ゲート電極 13 に設けられた第 1 開口部 14 A、及び、絶縁層 12 に設けられた第 2 開口部 14 B) と、第 2 開口部 14 B の底部に位置するカソード電極 11 上に形成された円錐形の電子放出部 15 から構成されている。一般に、カソード電極 11 とゲート電極 13 とは、これらの両電極の射影像が互いに直交する方向に各々ストライプ状に形成されており、これらの両電極の射影像が重複する領域 (1 画素分の領域に相当する。この領域を、以下、重複領域あるいは電子放出領域と呼ぶ) に、通常、複数の電界放出素子が設けられている。更に、かかる電子放出領域が、カソードパネル CP の有効領域 (実際の表示部分として機能する領域) 内に、通常、2 次元マトリックス状に配列されている。

一方、アノードパネル AP は、基板 30 と、基板 30 上に形成され、所定のパターンを有する蛍光体層 31 (31R, 31B, 31G) と、その上に形成されたアノード電極 220 から構成されている。アノード電極 220 は有効領域を覆う 1 枚のシート状の形状を有し、例えばアルミニウム薄膜から構成されている。アノード電極制御回路 43 とアノード電極 220 との間には、通常、過電流や放電を防止するための抵抗体 R_0 (図示した例では抵抗値 10 M Ω) が配設されている。この抵抗体 R_0 は、基板外に配設されている。

1 画素は、カソードパネル側のカソード電極 11 とゲート電極 13 との重複領域に設けられた電界放出素子の一群と、これらの電界放出素子の一群に対面したアノードパネル側の蛍光体層 31 とによって構成されている。有効領域には、かかる画素が、例えば数十万～数百万個ものオーダーにて配列されている。尚、蛍光体層 31 と蛍光体層 31 との間の基板 30 上にはブラックマトリックス 32 が形成されている。また、ブラックマトリックス 32 の上には隔壁 33 が形成され

ている。

アノードパネルAPとカソードパネルCPとを、電子放出領域と蛍光体層31とが対向するように配置し、周縁部において枠体35を介して接合することによって、表示装置を作製することができる。有効領域を包囲し、画素を選択するための周辺回路が形成された無効領域には、真空排気用の貫通孔（図示せず）が設けられており、この貫通孔には真空排気後に封じ切られたチップ管（図示せず）が接続されている。即ち、アノードパネルAPとカソードパネルCPと枠体35とによって囲まれた空間は真空となっている。

カソード電極11には相対的に負電圧がカソード電極制御回路41から印加され、ゲート電極13には相対的に正電圧がゲート電極制御回路42から印加され、アノード電極220にはゲート電極13よりも更に高い正電圧がアノード電極制御回路43から印加される。かかる表示装置において表示を行う場合、例えば、カソード電極11にカソード電極制御回路41から走査信号を入力し、ゲート電極13にゲート電極制御回路42からビデオ信号を入力する。カソード電極11とゲート電極13との間に電圧を印加した際に生ずる電界により、量子トンネル効果に基づき電子放出部15から電子が放出され、この電子がアノード電極220に引き付けられ、蛍光体層31に衝突する。その結果、蛍光体層31が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。つまり、この表示装置の動作は、基本的に、ゲート電極13に印加される電圧、及びカソード電極11を通じて電子放出部15に印加される電圧によって制御される。

本出願人は、特開2001-243893において、アノード電極が複数のアノード電極ユニットから構成された表示用パネルを提案している。

ところで、このような表示装置においては、アノードパネルAPとカソードパネルCPとの間の距離は高々1mm程度しかなく、カソードパネルの電界放出素子と、アノードパネルAPのアノード電極220との間で異常放電（真空アーク放電）が発生し易い。異常放電が発生すると、表示品質が著しく損なわれるだけ

でなく、電界放出素子やアノード電極 220 に損傷が発生する。

真空空間中における放電の発生機構においては、先ず、強電界下における電界放出素子からの電子やイオンの放出がトリガーとなって小規模な放電が発生する。そして、アノード電極制御回路 43 からアノード電極 220 へエネルギーが供給されてアノード電極 220 の温度が局所的に上昇したり、アノード電極 220 の内部の吸蔵ガスの放出、あるいはアノード電極 220 を構成する材料そのものの蒸発が生ずることによって、小規模な放電が大規模な放電へ成長すると考えられている。アノード電極制御回路 43 以外にも、アノード電極 220 と電界放出素子との間に形成される静電容量に基づき生じたエネルギーが、大規模な放電への成長を促すエネルギー供給源となる可能性がある。

異常放電（真空アーク放電）を抑制するには、放電のトリガーとなる電子やイオンの放出を抑制することが有効であるが、そのためには極めて厳密なパーティクル管理が必要となる。このような管理をアノードパネル AP の製造プロセス、あるいは、アノードパネル AP を組み込んだ表示装置の製造プロセスにおいて実行することには、多大な技術的困難が伴う。

また、特開 2001-243893 にて提案したアノード電極ユニットは、小規模な放電が大規模な放電へと成長することへの抑制に効果があるものの、まだ改善の余地があることが判明した。

従って、本発明の目的は、小規模な放電が大規模な放電へと成長することを一層確実に抑制し得る構造を有するアノード電極を備えた冷陰極電界電子放出表示装置を提供することにある。

発明の開示

上記の目的を達成するための本発明の第 1 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置は、冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であつ

て、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、1本の給電線、及び、
蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

5 アノード電極は、N個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成され
ており、

各アノード電極ユニットは、該給電線を介してアノード電極制御回路に接続さ
れており、

10 アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電
位差を V_A （単位：キロボルト）、アノード電極ユニット間のギャップ長を L_g （単
位： μm ）としたとき、

$$V_A / L_g < 1 \text{ (kV} / \mu\text{m)}$$

を満足することを特徴とする。

15 尚、本発明の第1の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置、あるいは又、後
述する本発明の第3の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置において、アノー
ド電極ユニット間のギャップ長 L_g は、アノード電極ユニットの位置に依存せずに
一定としてもよいし、アノード電極ユニットの位置に依存して異ならせてもよい。

20 上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る冷陰極電界電子放出表
示装置は、冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパ
ネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であっ
て、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、1本の給電線、及び、
蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、N個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成され
ており、

25 各アノード電極ユニットは、該給電線を介してアノード電極制御回路に接続さ
れており、

アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d (単位: m)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm^2) としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする。

- 5 上記の目的を達成するための本発明の第3の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置は、冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

- 10 アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、 N 個 (但し、 $N \geq 2$) のアノード電極ユニットから構成されており、

アノード電極ユニット間には抵抗体層が形成されており、

1つのアノード電極ユニットがアノード電極制御回路に接続されており、

- 15 アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電位差を V_A (単位: キロボルト)、アノード電極ユニット間のギャップ長を L_g (単位: μm) としたとき、

$$V_A/L_g < 1 \text{ (kV}/\mu\text{m)}$$

を満足することを特徴とする。

- 20 上記の目的を達成するための本発明の第4の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置は、冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

- 25 アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、 N 個 (但し、 $N \geq 2$) のアノード電極ユニットから構成され

ており、

アノード電極ユニット間には抵抗体層が形成されており、

1つのアノード電極ユニットがアノード電極制御回路に接続されており、

5 アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d (単位: m)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm^2) としたとき、
$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする。

本発明の第3の態様若しくは第4の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置に
あつては、アノード電極ユニットは抵抗体層を介して直列に接続されており、複
10 数のアノード電極ユニットの内の1つがアノード電極制御回路に接続されている。
このアノード電極制御回路に接続されているアノード電極ユニットが、直列に接
続されたアノード電極ユニットのどの位置に位置するかは、本質的に任意であり、
例えば、直列に接続されたアノード電極ユニットの中央に位置するアノード電極
ユニットとすることもできるし、直列に接続されたアノード電極ユニットの端部
15 に位置するアノード電極ユニットとすることもできる。

上記の目的を達成するための本発明の第5の態様に係る冷陰極電界電子放出表
示装置は、冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパ
ネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であつ
て、

20 アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に
形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、 N 個 (但し、 $N \geq 2$) のアノード電極ユニットから構成され
ており、

アノード電極ユニットの大きさは、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放
25 出素子との間で生じた放電により発生したエネルギーによってアノード電極ユニ
ットが局所的に蒸発しない大きさであることを特徴とする。

本発明の第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極ユニットの大きさは、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間で生じた放電により発生したエネルギーによって、アノード電極ユニットにおける 1 サブピクセルに相当する大きさの部分が蒸発しない大きさであることが好ましい。

本発明の第 1 の態様、第 2 の態様あるいは第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、アノード電極ユニット間の放電発生を抑止するために、アノード電極ユニット間に抵抗体層が形成されていることが好ましい。尚、このような本発明の第 1 の態様、第 2 の態様あるいは第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置を、便宜上、本発明の第 1 A の態様、第 2 A の態様あるいは第 5 A の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置と呼ぶ。

本発明の第 1 A の態様、第 2 A の態様あるいは第 5 A の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置を含む本発明の第 1 の態様、第 2 の態様あるいは第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、あるいは又、本発明の第 3 の態様若しくは第 4 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、隣接するアノード電極ユニットに対向していないアノード電極ユニットの縁部分は、抵抗体層で被覆されていることが、アノード電極ユニットに係る縁部分からの小規模な放電が大規模な放電へと成長することを防止するといった観点から好ましい。

本発明の第 1 A の態様、第 2 A の態様を含む本発明の第 1 の態様、第 2 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、各アノード電極ユニットと給電線との間に隙間が設けられており、各アノード電極ユニットと給電線とは抵抗部材を介して接続されている構成とすることが一層好ましい。尚、このような抵抗部材を、便宜上、第 1 の抵抗部材と呼ぶ場合がある。第 1 の抵抗部材を設けることによって、放電発生時にアノード電極制御回路からのエネルギー供給を一時的に停止することができる。

そして、この場合、更には、抵抗値が r_0 の抵抗体層が形成されている場合、抵

抗部材（第 1 の抵抗部材）の抵抗値を r_1 としたとき、 $30 r_0 \leq r_1 \leq 100 r_0$ を満足することが好ましい。更には、給電線は、第 2 の抵抗部材を介して直列に接続された M 個（但し、 $2 \leq M \leq N$ ）の給電線ユニットから構成されており、1 つの給電線ユニットは 1 個あるいは 2 個以上のアノード電極ユニットに接続されている構成とすることが好ましく、更には、 $10 M \leq N \leq 100 N$ であることが一層好ましい。尚、これらの構成を、本発明の第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置に対して適用することができる。給電線を複数の給電線ユニットから構成すれば、給電線ユニットの面積を小さくすることができるが故に、給電線と冷陰極電界電子放出素子との間での放電に起因した給電線の損傷発生（例えば、給電線の局所的な蒸発）を抑止することができる。

尚、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d （単位：mm）、給電線ユニットの面積を S' （単位： mm^2 ）としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S'/d) \leq 2250$$

好ましくは、

$$(V_A/7)^2 \times (S'/d) \leq 450$$

を満足することが、給電線ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間での放電に起因した給電線ユニットの損傷発生（例えば、給電線ユニットの局所的な蒸発）を一層確実に防止するといった観点から望ましい。尚、それぞれの給電線ユニットの大きさは、同じであってもよいし、異なってもよい。

また、給電線や給電線ユニットの縁部分からの小規模な放電が大規模な放電へと成長することを防止するといった観点から、給電線や給電線ユニットの縁部分を抵抗体薄膜で被覆しておくことが好ましい。あるいは又、給電線や給電線ユニットを抵抗体薄膜で被覆してもよい。

本発明の第 1 A の態様、第 2 A の態様、第 5 A の態様を含む本発明の第 1 の態様～第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置（以下、これらを総称して、本発明の冷陰極電界電子放出表示装置と呼ぶ場合がある）にあつては、蛍光体層

と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されている構成とすることが好ましく、更には、1画素（1ピクセル）を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されている構成とすることが一層好ましい。

即ち、直線状に配列された単位蛍光体層の列の総数を n 列としたとき、ストライプ状の透明電極の本数は、最大、 n である。直線状に配列された単位蛍光体層の列の複数と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されている構成とすることもできる。このように、透明電極を設けることによって、蛍光体層の過剰な帯電を確実に防止することができ、過剰な帯電による蛍光体層の劣化を抑制することができる。そして、このような構造の透明電極を設けることによって、冷陰極電界電子放出表示装置の試作時の設計変更

に容易に対処可能となる。カラー表示の場合、直線状に配列された単位蛍光体層の1列は、全てが赤色発光単位蛍光体層で占められた列、緑色発光単位蛍光体層で占められた列、及び、青色発光単位蛍光体層で占められた列から構成されていてもよいし、赤色発光単位蛍光体層、緑色発光単位蛍光体層、及び、青色発光単位蛍光体層が順に配置された列から構成されていてもよい。ここで、単位蛍光体層とは、表示用パネル上において1つの輝点を生成する蛍光体層であると定義する。また、1画素（1ピクセル）は、1つの赤色発光単位蛍光体層、1つの緑色発光単位蛍光体層、及び、1つの青色発光単位蛍光体層の集合から構成され、1サブピクセルは、1つの単位蛍光体層（1つの赤色発光単位蛍光体層、あるいは、1つの緑色発光単位蛍光体層、あるいは、1つの青色発光単位蛍光体層）から構成される。更には、アノード電極ユニットにおける1サブピクセルに相当する大きさとは、1つの単位蛍光体層を覆うアノード電極ユニットの部分の大きさを意味する。

本発明の第1Aの態様を含む本発明の第1の態様、本発明の第3の態様、本発

明の第 5 A の態様を含む本発明の第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置
にあっては、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間での放電に
起因してアノード電極ユニットが溶融するといったアノード電極ユニットの損傷
規模の拡大を防止するために、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子
5 との間の距離を d (単位: mm)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm²) としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することが好ましく、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 450$$

10 を満足することが一層好ましい。

また、本発明の第 2 A の態様を含む本発明の第 2 の態様、第 4 の態様に係る冷
陰極電界電子放出表示装置にあっては、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 450$$

を満足することが一層好ましい。

15 アノード電極ユニットに凹凸が存在し、アノード電極ユニットと冷陰極電界電
子放出素子との間の距離 d が一定でない場合、アノード電極ユニットと冷陰極電
界電子放出素子との間の最短距離を d とする。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極制御回路出力電
圧は、通常、一定である。一方、冷陰極電界電子放出表示装置の動作方式は、①
20 カソード電極に印加する電圧を一定とし、ゲート電極に印加する電圧を変化させ
る方式、②カソード電極に印加する電圧を変化させ、ゲート電極に印加する電圧
を一定とする方式、③カソード電極に印加する電圧を変化させ、且つ、ゲート電
極に印加する電圧も変化させる方式がある。アノード電極制御回路出力電圧と冷
陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電位差 V_A を、①の場合にあっては、アノ
25 ード電極制御回路出力電圧とカソード電極印加電圧との間の電位差とすればよい
し、②及び③の場合にあっては、アノード電極制御回路出力電圧とカソード電極

印加電圧との間の電位差の最大値とすればよい。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極は、少なくとも蛍光体層上に形成されていればよく、蛍光体層が形成されていない基板上に延在して形成されていてもよい。具体的には、アノード電極は、全体として、実際の表示部分として機能する有効領域を少なくとも覆っている。有効領域の周囲は、周辺回路の收容や表示画面の機械的支持等、有効領域の機能を支援する無効領域である。アノード電極ユニットの外形形状は、本質的には任意の形状とすることができるが、加工の容易性等から、矩形形状（ストライプ状）であることが好ましい。矩形形状のアノード電極ユニットの延在方向は、有効領域を矩形と考えた場合、長手方向であっても短手方向であってもよい。

アノード電極ユニットの数（ N ）は2以上であればよく、例えば、直線状に配列された単位蛍光体層の列の総数を n 列としたとき、 $N=n$ とし、あるいは、 $n = \alpha \cdot N$ （ α は2以上の整数であり、好ましくは $10 \leq \alpha \leq 100$ 、一層好ましくは $20 \leq \alpha \leq 50$ ）としてもよいし、一定の間隔をもって配設されるスペースの数に1を加えた数とすることができる。また、各アノード電極ユニットの大きさは、アノード電極ユニットの位置に拘わらず同じとしてもよいし、アノード電極ユニットの位置に依存して異ならせてもよい。

抵抗体層の抵抗値 r_0 として、 $1 \times 10 \Omega$ 乃至 $1 \times 10^3 \Omega$ 、好ましくは $1 \times 10 \Omega$ 乃至 $2 \times 10^2 \Omega$ を例示することができる。

抵抗部材の抵抗値は、通常の表示動作時にアノード電流による電圧降下が生じても表示輝度に殆ど影響が現れない程度に小さく、しかも、小規模な放電の発生時には、給電線を通じたアノード電極制御回路からアノード電極ユニットへのエネルギー供給を一時的に遮断し得る程度に大きい値に選択する。かかる条件を満たす限りにおいて、抵抗値を数十 $k \Omega \sim 1 M \Omega$ の範囲で選択することができるが、抵抗部材（第1の抵抗部材）の抵抗値 r_1 と抵抗体層の抵抗値 r_0 は、上述の関係を満足することが好ましい。

第1の抵抗部材、第2の抵抗部材として、チップ抵抗、あるいは、抵抗体薄膜を挙げることができる。また、抵抗体層、あるいは、第1の抵抗部材や第2の抵抗部材を構成する抵抗体薄膜の構成材料として、シリコンカーバイド (SiC) や SiCN といったカーボン系材料； SiN；酸化ルテニウム (RuO₂)、酸化タ
5 ンタル、窒化タンタル、酸化クロム、酸化チタン等の高融点金属酸化物；アモルファスシリコン等の半導体材料；ITOを挙げることができる。

給電線や第1の抵抗部材、第2の抵抗部材は、無効領域上に形成すればよい。そして、給電線の端部やアノード電極ユニットの端部に接続端子を設け、この接続端子を配線を介してアノード電極制御回路に接続すればよい。

- 10 アノード電極ユニットと給電線とは、共通の導電材料層を用いて蛍光体層及び基板上に形成することができる。一例として、或る導電材料から成る導電材料層を基板上に形成し、この導電材料層をパターニングしてアノード電極ユニットと給電線とを同時に形成することができる。あるいは、アノード電極ユニットと給電線のパターンを有するマスクやスクリーンを介して導電材料の蒸着やスクリー
15 ン印刷を行うことにより、蛍光体層と基板との上にアノード電極ユニットと給電線とを同時に形成することもできる。尚、抵抗体層や抵抗部材も同様の方法で形成することができる。即ち、或る抵抗体材料から抵抗体層や抵抗部材を形成し、この抵抗体層や抵抗部材をパターニングしてもよいし、あるいは、抵抗体層や抵抗部材のパターンを有するマスクやスクリーンを介して抵抗体材料を蒸着又はス
20 クリーン印刷することにより、抵抗体層や抵抗部材を形成してもよい。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、冷陰極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と称する）は、より具体的には、例えば、

(A) 支持体上に形成され、第1の方向に延びるカソード電極と、

(B) 支持体及びカソード電極上に形成された絶縁層と、

- 25 (C) 絶縁層上に形成され、第1の方向とは異なる第2の方向に延びるゲート電極と、

(D) ゲート電極及び絶縁層に形成された開口部と、

(E) 開口部の底部に露出した電子放出部、

から構成されている。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置における電界放出素子の型式は、特に限定されず、スピント型素子、エッジ型素子、平面型素子、扁平型素子、クラウン型素子のいずれであってもよい。尚、カソード電極及びゲート電極はストライプ形状を有し、カソード電極の射影像とゲート電極の射影像とは直交することが、冷陰極電界電子放出表示装置の構造の簡素化といった観点から好ましい。更には、電界放出素子には収束電極が備えられていてもよい。

尚、電界放出素子として、上述の各型式の他に、表面伝導型電子放出素子と通称される素子も知られており、本発明の冷陰極電界電子放出表示装置に適用することができる。表面伝導型電子放出素子においては、例えばガラスから成る基板上に酸化錫 (SnO_2)、金 (Au)、酸化インジウム (In_2O_3) / 酸化錫 (SnO_2)、カーボン、酸化パラジウム (PdO) 等の材料から成り、微小面積を有する薄膜がマトリクス状に形成され、各薄膜は2つの薄膜片から成り、一方の薄膜片に行方向配線、他方の薄膜片に列方向配線が接続されている。一方の薄膜片と他方の薄膜片との間には数nmのギャップが設けられている。行方向配線と列方向配線とによって選択された薄膜においては、ギャップを介して薄膜から電子が放出される。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置における基板として、ガラス基板、表面に絶縁膜が形成されたガラス基板、石英基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成された半導体基板を挙げることができるが、製造コスト低減の観点からは、ガラス基板、あるいは、表面に絶縁膜が形成されたガラス基板を用いることが好ましい。ガラス基板として、高歪点ガラス、ソーダガラス ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、硼珪酸ガラス ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)、フォルス泰ライト ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$)、鉛ガラス ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$) を例示する

ことができる。カソードパネルを構成する支持体も、基板と同様の構成とすることができる。

5 アノード電極ユニット、給電線、カソード電極、ゲート電極の構成材料として、アルミニウム (Al)、タングステン (W)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、金 (Au)、銀 (Ag)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni) 等の金属、これらの金属元素を含む合金あるいは化合物 (例えば TiN 等の窒化物や、 WSi_2 、 $MoSi_2$ 、 $TiSi_2$ 、 $TaSi_2$ 等のシリサイド)、ITO (インジウム・錫酸化物)、酸化インジウム、酸化亜鉛等の導電性金属酸化物、あるいはシリコン (Si) 等の半導体を例示することができる。

10 これらを作製、形成するには、CVD法、スパッタリング法、蒸着法、イオンプレーティング法、電気メッキ法、無電解メッキ法、スクリーン印刷法、レーザーアブレーション法、ゾルゲル法等の公知の薄膜形成技術により、上述の構成材料から成る薄膜を被成膜体上に形成する。このとき、薄膜を被成膜体の全面に形成した場合には、公知のパターニング技術を用いて薄膜をパターニングし、各

15 部材を形成する。また、薄膜を形成する前の被成膜体上に予めレジストパターンを形成しておけば、リフトオフ法による各部材の形成が可能である。更に、アノード電極ユニットや給電線、カソード電極、ゲート電極の形状に応じた開口部を有するマスクを用いて蒸着を行ったり、かかる開口部を有するスクリーンを用いてスクリーン印刷を行えば、成膜後のパターニングは不要である。

20 電界放出素子を構成する絶縁層の構成材料として、 SiO_2 、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、SiN、SiON、SOG (スピノングラス)、低融点ガラス、ガラスペーストといった SiO_2 系材料、SiN、ポリイミド等の絶縁性樹脂を、単独あるいは適宜組み合わせて使用することができる。絶縁層の形成には、CVD法、塗布法、スパッタリング法、スクリーン印刷法等の公知の

25 プロセスが利用できる。

透明電極は、例えば、ITOや酸化錫、酸化亜鉛、酸化チタンから構成すれば

よい。

蛍光体層は、単色の蛍光体粒子から構成されていても、3原色の蛍光体粒子から構成されていてもよい。また、蛍光体層の配列様式は、ドットマトリクス状であっても、ストライプ状であってもよい。尚、ドットマトリクス状やストライプ状の配列様式においては、隣り合う蛍光体層の間隙がコントラスト向上を目的としたブラックマトリクスで埋め込まれていてもよい。

アノードパネルには、更に、蛍光体層から反跳した電子、あるいは、蛍光体層から放出された二次電子が他の蛍光体層に入射し、所謂光学的クロストーク（色濁り）が発生することを防止するための、あるいは又、蛍光体層から反跳した電子、あるいは、蛍光体層から放出された二次電子が隔壁を越えて他の蛍光体層に向かって侵入したとき、これらの電子が他の蛍光体層と衝突することを防止するための、隔壁が、複数、設けられていることが好ましい。

隔壁の平面形状として、格子形状（井桁形状）、即ち、1画素（1ピクセル）に相当する、例えば平面形状が略矩形（ドット状）の蛍光体層の四方を取り囲む形状を挙げることができ、あるいは、略矩形あるいはストライプ状の蛍光体層の対向する二辺と平行に延びる帯状形状あるいはストライプ形状を挙げることができる。隔壁を格子形状とする場合、1つの蛍光体層の領域の四方を連続的に取り囲む形状としてもよいし、不連続に取り囲む形状としてもよい。隔壁を帯状形状あるいはストライプ形状とする場合、連続した形状としてもよいし、不連続な形状としてもよい。隔壁を形成した後、隔壁を研磨し、隔壁の頂面の平坦化を図ってもよい。

蛍光体層からの光を吸収するブラックマトリクスが蛍光体層と蛍光体層との間であって隔壁と基板との間に形成されていることが、表示画像のコントラスト向上といった観点から好ましい。ブラックマトリクスを構成する材料として、蛍光体層からの光を99%以上吸収する材料を選択することが好ましい。このような材料として、カーボン、金属薄膜（例えば、クロム、ニッケル、アルミニウム）

ム、モリブデン等、あるいは、これらの合金)、金属酸化物(例えば、酸化クロム)、金属窒化物(例えば、窒化クロム)、耐熱性有機樹脂、ガラスペースト、黒色顔料や銀等の導電性粒子を含有するガラスペースト等の材料を挙げることができ、具体的には、感光性ポリイミド樹脂、酸化クロムや、酸化クロム／クロム積層膜を例示することができる。尚、酸化クロム／クロム積層膜においては、クロム膜が基板と接する。

カソードパネルとアノードパネルとを周縁部において接合する場合、接合は接着層を用いて行ってもよいし、あるいは、ガラスやセラミックス等の絶縁剛性材料から成る枠体と接着層とを併用して行ってもよい。枠体と接着層とを併用する場合には、枠体の高さを適宜選択することにより、接着層のみを使用する場合に比べ、カソードパネルとアノードパネルとの間の対向距離をより長く設定することが可能である。尚、接着層の構成材料としては、フリットガラスが一般的であるが、融点が $120 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 程度の所謂低融点金属材料を用いてもよい。かかる低融点金属材料としては、In(インジウム：融点 157°C)；インジウム－金系の低融点合金； $\text{Sn}_{80}\text{Ag}_{20}$ (融点 $220 \sim 370^{\circ}\text{C}$)、 $\text{Sn}_{95}\text{Cu}_5$ (融点 $227 \sim 370^{\circ}\text{C}$)等の錫(Sn)系高温はんだ； $\text{Pb}_{97.5}\text{Ag}_{2.5}$ (融点 304°C)、 $\text{Pb}_{94.5}\text{Ag}_{5.5}$ (融点 $304 \sim 365^{\circ}\text{C}$)、 $\text{Pb}_{97.5}\text{Ag}_{1.5}\text{Sn}_{1.0}$ (融点 309°C)等の鉛(Pb)系高温はんだ； $\text{Zn}_{95}\text{Al}_5$ (融点 380°C)等の亜鉛(Zn)系高温はんだ； $\text{Sn}_5\text{Pb}_{95}$ (融点 $300 \sim 314^{\circ}\text{C}$)、 $\text{Sn}_2\text{Pb}_{98}$ (融点 $316 \sim 322^{\circ}\text{C}$)等の錫－鉛系標準はんだ； $\text{Au}_{88}\text{Ga}_{12}$ (融点 381°C)等のろう材(以上の添字は全て原子%を表す)を例示することができる。

基板と支持体と枠体の三者を接合する場合、三者同時接合を行ってもよいし、あるいは、第1段階で基板又は支持体のいずれか一方と枠体とを先に接合し、第2段階で基板又は支持体の他方と枠体とを接合してもよい。三者同時接合や第2段階における接合を高真空雰囲気中に行えば、基板と支持体と枠体と接着層とにより囲まれた空間は、接合と同時に真空となる。あるいは、三者の接合終了後、

基板と支持体と枠体と接着層とによって囲まれた空間を排気し、真空とすることもできる。接合後に排気を行う場合、接合時の雰囲気圧力は常圧／減圧のいずれであってもよく、また、雰囲気を構成する気体は、大気であっても、あるいは窒素ガスや周期律表 0 族に属するガス（例えば Ar ガス）を含む不活性ガスであってもよい。

接合後に排気を行う場合、排気は、基板及び／又は支持体に予め接続されたチップ管を通じて行うことができる。チップ管は、典型的にはガラス管を用いて構成され、基板及び／又は支持体の無効領域（即ち、表示部分として機能する有効領域以外の領域）に設けられた貫通孔の周囲に、フリットガラス又は上述の低融点金属材料を用いて接合され、空間が所定の真空度に達した後、熱融着によって封じ切られる。尚、封じ切りを行う前に、冷陰極電界電子放出表示装置全体を一旦加熱してから降温させると、空間に残留ガスを放出させることができ、この残留ガスを排気により空間外へ除去することができるので好適である。

本発明の冷陰極電界電子放出表示装置においては、放電のトリガーそのものを抑制するのではなく、たとえ小規模な放電が発生しても、小規模な放電が大規模な放電にまで成長させないように、アノード電極と冷陰極電界電子放出素子との間に発生するエネルギーを抑制することを基本的な考え方としている。アノード電極を有効領域のほぼ全面に亘って形成する代わりに、より小さい面積を有するアノード電極ユニットに分割した形で形成するので、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の静電容量を減少させ、発生するエネルギーを低減することができる。その結果、放電によるアノード電極ユニットにおける損傷の大きさを効果的に小さくすることが可能となる。

しかも、本発明の第 1 の態様あるいは第 3 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあっては、 $V_A/L_E < 1$ (kV/ μ m) を満足することによって、アノード電極ユニット間における放電の発生を確実に低減できる結果、このような放電に起因したアノード電極ユニットの蒸発といったアノード電極ユニットの恒久的

な損傷発生を十分に低減することができる。また、本発明の第2の態様あるいは第4の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、 $(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$ を満足することによって、また、本発明の第5の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあつては、アノード電極ユニットの大きさを規定することによって、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間での放電によるアノード電極ユニットの蒸発といったアノード電極ユニットの恒久的な損傷発生を十分に低減することができる。

図面の簡単な説明

10 図1は、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノード電極の模式的な平面図である。

図2の(A)及び(B)は、それぞれ、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノードパネルの、図1の線A-A及び線B-Bに沿った模式的な一部端面図である。

15 図3は、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置の模式的な一部端面図である。

図4は、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置のカソードパネルの模式的な部分的斜視図である。

図5は、冷陰極電界電子放出表示装置を構成するアノードパネルにおける隔壁、スペーサ及び蛍光体層の配置を模式的に示す配置図である。

20 図6は、冷陰極電界電子放出表示装置を構成するアノードパネルにおける隔壁、スペーサ及び蛍光体層の配置を模式的に示す配置図である。

図7は、冷陰極電界電子放出表示装置を構成するアノードパネルにおける隔壁、スペーサ及び蛍光体層の配置を模式的に示す配置図である。

25 図8は、冷陰極電界電子放出表示装置を構成するアノードパネルにおける隔壁、スペーサ及び蛍光体層の配置を模式的に示す配置図である。

図9は、実施例1におけるアノード電極ユニットとゲート電極との間で異常放

電が発生したときの等価回路である。

図10は、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極ユニットの面積 S を 9000mm^2 、 3000mm^2 、 450mm^2 としたときの、放電電流 i の変化のシミュレーション結果を示すグラフである。

- 5 図11は、実施例1の冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極ユニットの面積 S を 9000mm^2 、 3000mm^2 、 450mm^2 としたときの、異常放電時の発生エネルギーの積算値のシミュレーション結果を示すグラフである。

図12は、実施例2の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノード電極の模式的な平面図である。

- 10 図13は、実施例2の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノードパネルの、図12の線A-Aに沿った模式的な一部端面図である。

図14の(A)及び(B)は、それぞれ、実施例3の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノードパネルの、図1の線A-A及び線B-Bに沿ったと同様の模式的な一部端面図である。

- 15 図15は、実施例4の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノード電極の模式的な平面図である。

図16、実施例4の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノードパネルの、図15の線A-Aに沿った模式的な一部端面図である。

- 20 図17は、実施例5の冷陰極電界電子放出表示装置におけるアノード電極の模式的な平面図である。

図18は、実施例5におけるアノード電極ユニットとゲート電極との間で異常放電が発生したときの等価回路である。

- 25 図19は、実施例5において、アノード電極ユニット間に形成された抵抗体層の抵抗値を $1\text{k}\Omega$ 、 200Ω 、 20Ω としたときの、隣接するアノード電極ユニット間の電位差をシミュレーションした結果を示すグラフである。

図20の(A)及び(B)は、スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法

を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

図 21 の (A) 及び (B) は、図 20 の (B) に引き続き、スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

- 5 図 22 の (A) 及び (B) は、扁平型冷陰極電界電子放出素子 (その 1) の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

図 23 の (A) 及び (B) は、図 22 の (B) に引き続き、扁平型冷陰極電界電子放出素子 (その 1) の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

- 10 図 24 の (A) 及び (B) は、それぞれ、扁平型冷陰極電界電子放出素子 (その 2) の模式的な一部断面図、及び、平面型冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部断面図である。

図 25 の (A) ~ (F) は、アノードパネルの製造方法を説明するための基板等の模式的な一部断面図である。

- 15 図 26 は、収束電極を有するスピント型冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部端面図である。

図 27 は、所謂 2 電極型の冷陰極電界電子放出表示装置の模式的な一部断面図である。

- 20 図 28 の (A)、(C) 及び (D) は、それぞれ、アノード電極ユニット上に抵抗体層を形成するための好ましい方法を説明するための基板等の模式的な一部端面図であり、図 28 の (B) は、アノード電極ユニット上に抵抗体層を形成するときの問題点を説明するための基板等の模式的な一部端面図である。

図 29 は、従来の冷陰極電界電子放出表示装置の模式的な一部端面図である。

- 25 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明を説明する。

(実施例 1)

実施例 1 は、本発明の第 1 の態様、第 2 の態様及び第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置（以下、単に、表示装置と略称する）に関する。

5 アノード電極の模式的な平面図を図 1 に示し、図 1 の線 A-A に沿ったアノードパネル A P の模式的な一部端面図を図 2 の（A）に示し、図 1 の線 B-B に沿ったアノードパネル A P の模式的な一部端面図を図 2 の（B）に示す。また、実施例 1 の表示装置の模式的な一部端面図を図 3 に示し、カソードパネル C P の模式的な部分的斜視図を図 4 に示す。更には、蛍光体層等の配列を、模式的な部分的平面図として、図 5 ～図 8 に例示する。尚、アノードパネル A P の模式的な一部端面図における蛍光体層等の配列を、図 7 あるいは図 8 に示す構成としている。

この表示装置は、カソード電極 1 1、ゲート電極 1 3 及び電子放出部 1 5 から構成された冷陰極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と略称する）を複数備えたカソードパネル C P と、アノードパネル A P とが、それらの周縁部で接合されて成る。

15 図 3 に示した電界放出素子は、円錐形の電子放出部を有する、所謂スピント（Spindt）型電界放出素子と呼ばれるタイプの電界放出素子である。この電界放出素子は、支持体 1 0 上に形成されたカソード電極 1 1 と、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に形成された絶縁層 1 2 と、絶縁層 1 2 上に形成されたゲート電極 1 3 と、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 に設けられた開口部 1 4（ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 開口部 1 4 A、及び、絶縁層 1 2 に設けられた第 2 開口部 1 4 B）と、第 2 開口部 1 4 B の底部に位置するカソード電極 1 1 上に形成された円錐形の電子放出部 1 5 から構成されている。一般に、カソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 とは、これらの両電極の射影像が互いに直交する方向に各々ストライプ状に形成されており、これらの両電極の射影像が重複する領域（1 画素分の領域に相当する。この領域を、以下、重複領域あるいは電子放出領域と呼ぶ）
25 に、通常、複数の電界放出素子が設けられている。更に、かかる電子放出領域が、

カソードパネルCPの有効領域（実際の表示部分として機能する領域）内に、通常、2次元マトリックス状に配列されている。

一方、アノードパネルAPは、基板30と、基板30上に形成され、所定のパターンを有する蛍光体層31（赤色発光蛍光体層31R，青色発光蛍光体層31B，緑色発光蛍光体層31G）と、その上に形成されたアノード電極20と、1本の給電線22から構成されている。アノード電極20は、全体として、矩形的有効領域（大きさ：70mm×110mm）を覆う形状を有し、例えばアルミニウム薄膜から構成されている。そして、アノード電極20は、N個（但し、 $N \geq 2$ であり、実施例1においては200個）のアノード電極ユニット21から構成されている。直線状に配列された単位蛍光体層31の列の総数nとNとの関係は、 $n = 20N$ である。N個のアノード電極ユニット21は、1本の給電線22を介してアノード電極制御回路43に接続されている。給電線22も、例えばアルミニウム薄膜から構成されている。

アノード電極ユニット21の大きさは、アノード電極ユニット21と電界放出素子（より具体的には、ゲート電極13あるいはカソード電極11）との間で生じた放電により発生したエネルギーによってアノード電極ユニット21が局所的に蒸発しない大きさ（より具体的には、アノード電極ユニット21とゲート電極13あるいはカソード電極11との間で生じた放電により発生したエネルギーによってアノード電極ユニット21の1サブピクセルに相当する部分が蒸発しない大きさ）である。具体的には、アノード電極ユニット21の外形形状は矩形であり、大きさ（面積S）を0.33mm×110mmとした。尚、図1においては、図面を簡素化するために、4つのアノード電極ユニット21を図示した。

蛍光体層31と蛍光体層31との間の基板30上にはブラックマトリックス32が形成されている。また、ブラックマトリックス32の上には隔壁33が形成されている。アノードパネルAPにおける隔壁33、スペーサ34及び蛍光体層31の配置例を、図5～図8の配置図に模式的に示す。隔壁33の平面形状とし

ては、格子形状（井桁形状）、即ち、1画素（1ピクセル）に相当する、例えば平面形状が略矩形の蛍光体層31の四方を取り囲む形状（図5及び図6参照）、あるいは、略矩形の（あるいはストライプ状の）蛍光体層31の対向する二辺と平行に延びる帯状形状（ストライプ形状）を挙げることができる（図7及び図8参照）。

5 尚、蛍光体層31を、図5～図8の上下方向に延びるストライプ状とすることもできる。

アノードパネルAPとカソードパネルCPと枠体35とによって囲まれた空間は真空となっている。尚、アノードパネルAP及びカソードパネルCPには大気によって圧力が加わる。そして、この圧力によって表示装置が破損しないように、
10 アノードパネルAPとカソードパネルCPとの間には、高さが例えば1mm程度のスペーサ34が配置されている。尚、図3においては、スペーサの図示を省略した。隔壁33の一部は、スペーサ34を保持するためのスペーサ保持部としても機能する。

そして、アノード電極制御回路43の出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加
15 電圧（具体的には、カソード電極11に印加される電圧）との間の電位差を V_A （単位：キロボルト）、アノード電極ユニット21間のギャップ長を L_g （単位： μm ）としたとき、 $V_A/L_g < 1$ （ $\text{kV}/\mu\text{m}$ ）を満足している。具体的には、 V_A を5キロボルト、アノード電極ユニット21間のギャップ長 L_g を $20\mu\text{m}$ とした。アノード電極ユニット21間のギャップは、蛍光体層31が設けられていない部分
20 に設けられている。

各アノード電極ユニット21は、1本の給電線22を介してアノード電極制御回路43に接続されている。アノード電極制御回路43と給電線22との間には、通常、過電流や放電を防止するための抵抗体 R_0 （図示した例では抵抗値 $10\text{M}\Omega$ ）が配設されている。この抵抗体 R_0 は、基板外に配設されている。各アノード電極
25 ユニット21と給電線22との間には隙間23が設けられており、各アノード電極ユニット21と給電線22とは、抵抗部材（第1の抵抗部材24）を介して接

続されている。第1の抵抗部材24を、アモルファスシリコンから成る抵抗体薄膜から構成した。第1の抵抗部材24は、アノード電極ユニット21と給電線22との間を跨るように、隙間23の上に形成されている。第1の抵抗部材24の抵抗値(r_1)は、約30キロ Ω である。

- 5 1画素(1ピクセル)は、カソードパネル側のカソード電極11とゲート電極13との重複領域に設けられた電界放出素子の一群と、これらの電界放出素子の一群に対面したアノードパネル側の蛍光体層31(1つの赤色発光単位蛍光体層、1つの緑色発光単位蛍光体層、及び、1つの青色発光単位蛍光体層の集合)とによって構成されている。有効領域には、かかる画素が、例えば数十万~数百万個
- 10 ものオーダーにて配列されている。また、1画素(1ピクセル)は3つのサブピクセルから構成され、各サブピクセルは、1つの赤色発光単位蛍光体層、1つの緑色発光単位蛍光体層、あるいは、1つの青色発光単位蛍光体層を備えている。

- アノードパネルAPとカソードパネルCPとを、電子放出領域と蛍光体層31とが対向するように配置し、周縁部において枠体35を介して接合することによって、表示装置を作製することができる。有効領域を包囲し、画素を選択するための周辺回路が形成された無効領域には、真空排気用の貫通孔(図示せず)が設けられており、この貫通孔には真空排気後に封じ切られたチップ管(図示せず)が接続されている。即ち、アノードパネルAPとカソードパネルCPと枠体35とによって囲まれた空間は真空となっている。
- 15

- 20 カソード電極11には相対的に負電圧がカソード電極制御回路41から印加され、ゲート電極13には相対的に正電圧がゲート電極制御回路42から印加され、アノード電極ユニット21にはゲート電極13よりも更に高い正電圧がアノード電極制御回路43から印加される。かかる表示装置において表示を行う場合、例えば、カソード電極11にカソード電極制御回路41から走査信号を入力し、ゲ
- 25 ート電極13にゲート電極制御回路42からビデオ信号を入力する。あるいは、これとは逆に、カソード電極11にカソード電極制御回路41からビデオ信号を

入力し、ゲート電極 1 3 にゲート電極制御回路 4 2 から走査信号を入力してもよい。カソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 との間に電圧を印加した際に生ずる電界により、量子トンネル効果に基づき電子放出部 1 5 から電子が放出され、この電子がアノード電極ユニット 2 1 に引き付けられ、蛍光体層 3 1 に衝突する。その結果、蛍光体層 3 1 が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。つまり、この表示装置の動作は、基本的に、ゲート電極 1 3 に印加される電圧、及びカソード電極 1 1 を通じて電子放出部 1 5 に印加される電圧によって制御される。

実施例 1 の表示装置においては、アノード電極ユニット 2 1 とゲート電極 1 3 との間の距離を d (単位: mm)、アノード電極ユニット 2 1 の面積を S (単位: mm^2) としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

更には、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 450$$

を満足している。具体的には、 d の値は 1.0 mm であり、 S の値は 36.3 mm^2 である。

尚、アノード電極ユニット 2 1 は、基板 3 0、隔壁 3 3 上及び蛍光体層 3 1 上に形成されているが故に、アノード電極ユニット 2 1 には凹凸が存在し、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間の距離 d は一定でない。それ故、アノード電極ユニットと電界放出素子との間の最短距離、即ち、具体的には、隔壁 3 3 上のアノード電極ユニット 2 1 (あるいは後述するアノード電極ユニット 1 2 1) と電界放出素子 (より具体的には、ゲート電極 1 3) との間の距離を d とする。以下の説明においても同様である。

例えば、アルミニウムから成るアノード電極ユニット 2 1 において、0.04 mm^2 の面積 (この面積は、概ね、1 サブピクセルに相当する面積である) の部分が、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間での放電によって蒸発するときのエネルギーを、以下、算出する。尚、算出においては、以下の表 1 に示す

値を基礎とする。

[表1]

アノード電極ユニットの厚さ：1 μm

| | | |
|----|------------|--------------------------|
| 5 | 溶融面積 | : 0.04 mm ² |
| | アルミニウムの比重 | : 2.7 |
| | アルミニウムの融点 | : 660° C |
| | アルミニウムの沸点 | : 2060° C |
| | アルミニウムの比熱 | : 0.214 cal/g · ° C |
| 10 | アルミニウムの溶解熱 | : 94.6 cal/g |
| | アルミニウムの蒸発熱 | : 293 kJ/mol = 10850 J/g |

溶融するアルミニウムの質量 M_{Al} (単位: グラム)、室温 (30° C) からアルミニウムが融点 (660° C) に達するまでに必要なエネルギー Q_{MELT} (単位: ジュール)、溶融に必要とされるエネルギー Q_{LIQ} (単位: ジュール)、融点 (660° C) から沸点 (2060° C) に達するまでに必要とされるエネルギー Q_{BIOL} (単位: ジュール)、蒸発に必要とされるエネルギー Q_{EVAP} 、総計エネルギー Q_{TOTAL} は、以下のとおりである。

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Al}} &= 0.04 \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times 2.7 \\
 &= 1.08 \times 10^{-7} \text{ (g)} \\
 Q_{\text{MELT}} &= 0.214 \times 4.2 \times (660 - 30) \times M_{\text{Al}} \\
 &= 6.1 \times 10^{-5} \text{ (J)} \\
 Q_{\text{LIQ}} &= 94.6 \times 4.2 \times M_{\text{Al}} \\
 &= 4.3 \times 10^{-5} \text{ (J)} \\
 Q_{\text{BIOL}} &= 0.214 \times 4.2 \times (2060 - 660) \times M_{\text{Al}} \\
 &= 1.36 \times 10^{-4} \text{ (J)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Evap}} &= 10850 \times M_{\text{Al}} \\ &= 1.17 \times 10^{-3} \text{ (J)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Total}} &= Q_{\text{MBLT}} + Q_{\text{Liq}} + Q_{\text{Biol}} + Q_{\text{Evap}} \\ &= 1.41 \times 10^{-3} \text{ (J)} \end{aligned}$$

5 アノード電極ユニット21と電界放出素子との間での放電時にアノード電極ユニット21において発生するエネルギーの積算値が、上記で例示される総計エネルギー Q_{Total} の値を越えなければ、アノード電極ユニットに局所的な蒸発が発生することはないと云える。即ち、アノード電極ユニット21の1サブピクセルに相当する部分が蒸発することはないと云える。尚、アノード電極ユニットをモリブデン (Mo) から構成した場合の総計エネルギー Q_{Total} は、 2.7×10^{-3} (J)
10 である。

アノード電極ユニット21とゲート電極13との間で放電が発生したときの等価回路を図9に示す。尚、図9においては、3つのアノード電極ユニットを図示した。アノード電極ユニット21とゲート電極13との間での放電によって放電
15 電流 i が流れるが、このときのアノード電極ユニット21とゲート電極13との間の抵抗値である理論抵抗値(r)は 0.2Ω である。尚、理論抵抗値(r)は、通常、 $0.1 \Omega \sim 10 \Omega$ 程度の値である。また、 S の値を 9000 mm^2 、 3000 mm^2 、 450 mm^2 としたときのアノード電極ユニット21とゲート電極13とによって形成されるコンデンサ(C)の値を、それぞれ、 60 pF 、 20 pF 、
20 3 pF とした。更には、 V_A を7キロボルトとした。 S の値を 9000 mm^2 、 3000 mm^2 、 450 mm^2 としたときの、シミュレーションにて得られたアノード電極ユニット21を流れる電流 I の変化、及び、アノード電極ユニット21における発生エネルギーを、それぞれ、図10及び図11に示す。尚、図10及び図11において、曲線Aは S の値が 9000 mm^2 のときの値を示し、曲線Bは S の値
25 が 3000 mm^2 のときの値を示し、曲線Cは S の値が 450 mm^2 のときの値を示す。更には、アノード電極ユニット21と電界放出素子との間での放電に起因し

てアノード電極ユニット 2 1 において発生するエネルギーの積算値（放電が発生してから 1 ナノ秒までの積算値であり、以下における発生エネルギーの積算値も同様の値である）は、以下の表 2 のとおりとなった。尚、S の値を 2250 mm^2 としたときのアノード電極ユニット 2 1 とゲート電極 1 3 とによって形成される
 5 コンデンサ (C) の値を 15 pF とし、 V_A を 7 キロボルトとしてシミュレーションを行ったときの、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間での放電に起因してアノード電極ユニット 2 1 において発生するエネルギーの積算値を、更に、以下の表 2 に示す。

10 [表 2]

| アノード電極ユニット面積 | 放電時の発生エネルギーの積算値 |
|----------------------|----------------------------------|
| 9000 mm^2 | $5.6 \times 10^{-3} \text{ (J)}$ |
| 3000 mm^2 | $1.9 \times 10^{-3} \text{ (J)}$ |
| 2250 mm^2 | $1.4 \times 10^{-3} \text{ (J)}$ |
| 15 450 mm^2 | $2.8 \times 10^{-4} \text{ (J)}$ |

アノード電極ユニット 2 1 の面積が 9000 mm^2 及び 3000 mm^2 では、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間での放電時の発生エネルギーの積算値の値が Q_{Total} を越えている。一方、アノード電極ユニット 2 1 の面積が 2250
 20 mm^2 以下では、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間での放電時の発生エネルギーの積算値の値が Q_{Total} を越えることはない。従って、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子（具体的には、ゲート電極 1 3 あるいはカソード電極 1 1）との間で生じた放電により発生したエネルギーによって、アノード電極ユニット 2 1 が局所的に（より具体的には、1 サブピクセルに相当する大きさに互
 25 って）破損することはない。具体的には、アノード電極ユニット 2 1 と電界放出素子との間での放電に起因してアノード電極ユニット 2 1 が局所的に（より具体

的には、1サブピクセルに相当する大きさに亘って) 蒸発することはない。

ところで、一般に、容量 c のコンデンサに蓄積されるエネルギーは、 $(1/2) c V^2$ で表される。コンデンサの対向電極の面積を S 、電極間の距離を d としたとき、コンデンサの容量 c は、 $\epsilon (S/d)$ で表される。従って、対向電極の面積が S 、アノード電極ユニット 21 と電界放出素子との間の距離が d のとき、以下の式を満足すれば、コンデンサの対向電極に相当するアノード電極ユニット 21 に局所的に (より具体的には、1サブピクセルに相当する大きさに亘って) 損傷は生じないことになる。

$$\epsilon (1/2) (S/d) V_A^2 \leq \epsilon (1/2) [2250/1] 7^2$$

10 上式を変形すれば、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

が得られる。

アノード電極ユニット 21 ($S = 36.3 \text{ mm}^2$) の間のギャップ長 L_g を $50 \mu\text{m}$ としたアノードパネル AP から成る表示装置を作製した。そして、表示装置の内部を真空とすることなく、表示装置の内部を大気雰囲気のままとして、アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧 (具体的には、カソード電極 11 に印加される電圧) との間の電位差 V_A を 2 キロボルト、3 キロボルト、4 キロボルト、5 キロボルト、6 キロボルトとして表示装置への電圧印加試験を行ったところ、電位差 V_A が 5 キロボルト以上では、アノード電極ユニット 21 の間で放電が 100% の確率で発生した。電位差 V_A が 5 キロボルト未満では、アノード電極ユニット 21 の間で放電が殆ど発生することはなかった。このことから、アノード電極ユニット 21 間の放電耐圧がアノード電極ユニット 21 間のギャップ長 L_g に比例することを考慮すると、

$$V_A/L_g < (5/50) (\text{kV}/\mu\text{m})$$

25 即ち、

$$V_A/L_g < 0.1 (\text{kV}/\mu\text{m})$$

を満足すれば、アノード電極ユニット 21 で放電は起こらないことが分かる。また、この一連の試験が大気雰囲気中で行われたことを考慮すると、表示装置が実際の真空雰囲気中で動作するときに放電が発生する電位差 V_A は、大気雰囲気中で放電が発生する電位差 V_A の 5 ~ 10 倍と考えられるので、上式は、

5 $V_A / L_s < 1 \text{ (kV} / \mu\text{m)}$

と変形できる。

(実施例 2)

実施例 2 は、実施例 1 の変形である。実施例 2 のアノードパネル AP の模式的な平面図を図 12 に示し、図 12 の線 A-A に沿った模式的な一部端面図を図 1
10 3 に示す。実施例 2 のアノードパネル AP においては、給電線 22 は、スパッタリング法にて形成された SiC あるいは酸化クロム等から成る第 2 の抵抗部材 26 を介して直列に接続された M 個（但し、 $2 \leq M \leq N$ であり、実施例 2 においては、 $10M = N$ ）の給電線ユニット 22A から構成されている。1 つの給電線ユニット 22A は 1 個のアノード電極ユニット 21 に接続されている。給電線ユニ
15 ャット 22A の大きさ（面積 S' ）を $1\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ とした。給電線ユニット 22A と給電線ユニット 22A との間には隙間 25 が設けられ、第 2 の抵抗部材 26 は、給電線ユニット 22A と給電線ユニット 22A との間を跨るように、隙間 25 の上に形成されている。尚、第 2 の抵抗部材 26 の抵抗値（ r_2 ）は、約 5 キロ Ω である。この点を除き、実施例 2 のアノードパネル AP は実施例 1 のアノード
20 ドパネル AP と同じ構造を有しているので、アノードパネル AP の詳細な説明は省略する。また、表示装置、カソードパネル CP も、実施例 1 の表示装置、カソードパネル CP と同じ構造を有しているので、詳細な説明は省略する。

尚、アノード電極ユニット 22A と電界放出素子との間の距離を d （単位：m m）、給電線ユニット 22A の面積を S' （単位： mm^2 ）としたとき、

25 $(V_A / 7)^2 \times (S' / d) \leq 2250$

好ましくは、

$$(V_A/7)^2 \times (S'/d) \leq 450$$

を満足することが、給電線ユニット 22A と電界放出素子との間での放電に起因した給電線ユニット 22A の損傷発生（例えば、給電線ユニット 22A の局所的な蒸発）を一層確実に抑止するといった観点から望ましい。

- 5 実施例 2 における給電線の構造を、後述する実施例 3 あるいは実施例 4 のアノードパネルに適用することができる。また、第 1 の抵抗部材 24 を省略し、給電線ユニット 22A を直接アノード電極ユニット 21 に接続する（即ち、アノード電極ユニット 21 と給電線ユニット 22A を一体的に作製する）こともできる。（実施例 3）

- 10 実施例 3 も、実施例 1 の変形である。実施例 3 のアノードパネルの模式的な一部端面図の図 1 の線 A-A に沿ったと同じ一部端面図を図 14 の（A）に示し、図 1 の線 B-B に沿ったと同じ一部端面図を図 14 の（B）に示す。実施例 3 においては、蛍光体層 31 と基板 30 との間には、アノード電極制御回路 43 に接続されたストライプ状の ITO から成る透明電極 27 が形成されている。より具
- 15 体的には、画素を構成する単位蛍光体層 31 の複数が、図 5 ～ 図 8 に示したように、直線状に配列されており、直線状に配列された複数の単位蛍光体層 31 の 1 列と基板 30 との間に、アノード電極制御回路 43 に接続されたストライプ状の 1 本の透明電極 27 が形成されている。この点を除き、実施例 3 のアノードパネル AP は実施例 1 のアノードパネル AP と同じ構造を有しているので、アノード
- 20 パネル AP、カソードパネル CP、及び、表示装置の詳細な説明は省略する。尚、透明電極 27 は、抵抗体 R_0 を介してアノード電極制御回路 43 に接続されていてもよいし、場合によっては、直接、アノード電極制御回路 43 に接続されていてもよい。

- 25 このように、透明電極 27 を設けることによって、蛍光体層 31 の過剰な帯電を確実に防止することができ、過剰な帯電による蛍光体層 31 の劣化を抑制することができる。また、直線状に配列された単位蛍光体層 31 の列の総数（ n ）と

ストライプ状の透明電極 27 の本数とを例えば一致させることで、表示装置の試作時の設計変更に対応可能となる。透明電極 27 の数を変更する場合には表示装置試作品の TAT (Turn Around Time) が約 1 週間であったのに対して、アノード電極ユニット 21 の数 N のみの変更にあつては TAT は約 1.5 日で済ませることができた。

尚、実施例 3 における透明電極 27 を、実施例 2、あるいは、後述する実施例 4 あるいは実施例 5 のアノードパネルに適用することができる。

(実施例 4)

実施例 4 も、実施例 1 の変形であり、本発明の第 1 A の態様、第 2 A の態様及び第 5 A の態様に係る表示装置に関する。実施例 4 のアノードパネルの模式的な平面図を図 15 に示し、図 15 の線 A-A に沿った模式的な一部端面図を図 16 に示す。実施例 4 のアノードパネル AP にあつては、実施例 1 と異なり、アノード電極ユニット 21 間に抵抗体層 28 が形成されている。このように抵抗体層 28 を形成することによって、アノード電極ユニット 21 間の放電発生を効果的に抑止することができる。また、隣接するアノード電極ユニット 21 に対向していないアノード電極ユニット 21 の縁部分は、抵抗体層 29 で被覆されている。これによって、アノード電極ユニット 21 の係る縁部分での放電規模を低減することができる。尚、抵抗体層 28, 29 は SiC あるいは酸化クロム等から成り、スパッタリング法にて同時に形成される。これらの点を除き、実施例 4 のアノードパネル AP は実施例 1 のアノードパネル AP と同じ構造を有しているので、アノードパネル AP 及び表示装置の詳細な説明は省略する。尚、場合によっては、抵抗体層 28 はアノード電極 20 の全体を被覆していてもよい。

尚、実施例 4 における抵抗体層 28 を、実施例 2 あるいは実施例 3 のアノードパネルに適用することができるし、実施例 4 における抵抗体層 29 を、実施例 1 ~ 実施例 3、あるいは、後述する実施例 5 のアノードパネルに適用することができる。また、抵抗体層 28 の形成と同時に、同じ材料を用いて、第 1 の抵抗部材

24や第2の抵抗部材26を形成してもよいし、給電線を被覆してもよい。

(実施例5)

実施例5は、本発明の第3の態様、第4の態様及び第5Aの態様に係る表示装置に関する。

5 実施例5の表示装置の模式的な一部端面図は、図3に示したと同様である。また、カソードパネルCPの模式的な部分的斜視図は、図4と同様である。アノード電極の模式的な平面図を図17に示す。尚、図17の線A-Aに沿ったアノードパネルAPの模式的な一部端面図は、図16と同様である。但し、図16の抵抗体層28、29を抵抗体層128、129に読み替えるものとする。

10 実施例5のカソードパネルCP、表示装置の構成、表示装置の駆動方法は、実施例1のカソードパネルCP、表示装置、表示装置の駆動方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

アノードパネルAPは、基板30と、基板30上に形成され、所定のパターンを有する蛍光体層31（赤色発光蛍光体層31R，青色発光蛍光体層31B，緑色発光蛍光体層31G）と、その上に形成されたアノード電極20から構成され
15 ている。アノード電極20は、全体として、矩形の有効領域（大きさ：70mm×110mm）を覆う形状を有し、例えばアルミニウム薄膜から構成されている。アノード電極120は、N個（但し、 $N \geq 2$ であり、実施例5においては200個）のアノード電極ユニット121から構成されている。直線状に配列された単
20 位蛍光体層31の列の総数nとNとの関係は、 $n = 20N$ である。そして、1つのアノード電極ユニット121がアノード電極制御回路43に、抵抗体 R_0 を介して接続されている。尚、アノード電極制御回路43に接続されているアノード電極ユニット121が、直列に接続されたアノード電極ユニット121のどの位置に位置するかは、本質的に任意であり、図17に示すように、直列に接続された
25 アノード電極ユニット121の端部に位置するアノード電極ユニット121とすることもできるし、例えば、直列に接続されたアノード電極ユニットの中央に位

置するアノード電極ユニットとすることもできる。蛍光体層 3 1 等の配置は、図 5～図 8 と同様とすることができる。

アノード電極ユニット 1 2 1 の大きさは、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子（より具体的には、ゲート電極 1 3 あるいはカソード電極 1 1）との間で生じた放電により発生したエネルギーによってアノード電極ユニット 1 2 1 が局所的に蒸発しない大きさ（より具体的には、アノード電極ユニット 1 2 1 が 1 サブピクセルに相当する大きさに互って蒸発しない大きさ）である。具体的には、アノード電極ユニット 1 2 1 の外形形状は矩形であり、大きさ（面積 S）を 0.3 3 mm×1 1 0 mmとした。尚、図 1 7 においては、図面を簡素化するために、4 つのアノード電極ユニット 1 2 1 を図示した。

実施例 5 のアノードパネル A P にあつては、アノード電極ユニット 1 2 1 間に、スパッタリング法にて Si C あるいは酸化クロム等から成る抵抗体層 1 2 8 が形成されている。即ち、アノード電極ユニット 1 2 1 は抵抗体層 1 2 8 を介して直列に接続されている。場合によっては、抵抗体層 1 2 8 はアノード電極 1 2 0 の全体を被覆していてもよい。また、隣接するアノード電極ユニット 1 2 1 に対向していないアノード電極ユニット 1 2 1 の縁部分は、抵抗体層 1 2 9 で被覆されている。

そして、アノード電極制御回路 4 3 の出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧（具体的には、カソード電極 1 1 に印加する電圧）との間の電位差を V_A （単位：キロボルト）、アノード電極ユニット 1 2 1 の間のギャップ長を L_g （単位： μ m）、抵抗体層 1 2 8 の抵抗値を r_0 （単位：キロオーム）、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との放電に起因してアノード電極ユニット 1 2 1 内を流れる電流を I （単位：アンペア）としたとき、

$$V_A/L_g < 1 \text{ (kV}/\mu\text{m)}$$

を満足している。具体的には、アノード電極ユニット間のギャップ長 L_g を 5 0 μ m とした。また、 r_0 の値は約 1 キロ Ω であり、放電電流 I の値は最大で約 2 3 キ

ロアンペアである。

実施例 5 の表示装置においては、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間の距離を d (単位: mm)、アノード電極ユニット 1 2 1 の面積を S (単位: mm^2) としたとき、

$$5 \quad (V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

更には、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 450$$

を満足している。具体的には、 d の値は 1.0 mm であり、 S の値は 36.3 mm^2 である。

10 実施例 1 にて説明したように、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間での放電時にアノード電極ユニット 1 2 1 において発生するエネルギーの積算値が総計エネルギー Q_{Total} の値を越えなければ、アノード電極ユニット 1 2 1 が局所的に蒸発しない。即ち、より具体的には、アノード電極ユニット 1 2 1 は、1 サブピクセルに相当する大きさに亘って蒸発することはない。

15 アノード電極ユニット 1 2 1 とゲート電極 1 3 との間で放電が発生したときの等価回路を図 1 8 に示す。尚、図 1 8 においては、3 つのアノード電極ユニットを図示した。アノード電極ユニット 1 2 1 とゲート電極 1 3 との間での放電によって放電電流 i が流れるが、このときのアノード電極ユニット 1 2 1 とゲート電極 1 3 との間の抵抗値である理論抵抗値 (r) は 0.2 Ω である。また、 S の値
20 を 9000 mm^2 (アノード電極ユニット数 $N=1$)、3000 mm^2 (アノード電極ユニット数 $N=3$)、2250 mm^2 (アノード電極ユニット数 $N=4$)、450 mm^2 (アノード電極ユニット数 $N=20$) としたときのアノード電極ユニット 1 2 1 とゲート電極 1 3 とによって形成されるコンデンサ (C) の値を、それぞれ、60 pF、20 pF、15 pF、3 pF とした。更には、 V_A を 7 キロボルトとし
25 た。 S の値を 9000 mm^2 、3000 mm^2 、2250 mm^2 、450 mm^2 としたときの放電時の発生エネルギーの積算値をシミュレーションにて求めた。その結

果を、以下の表 3 に示す。

[表 3]

アノード電極ユニット面積 放電時の発生エネルギーの積算値

| | | |
|---|-------------------------|--------------------------|
| 5 | 9 0 0 0 mm ² | 5.6×10^{-3} (J) |
| | 3 0 0 0 mm ² | 1.9×10^{-3} (J) |
| | 2 2 5 0 mm ² | 1.4×10^{-3} (J) |
| | 4 5 0 mm ² | 2.8×10^{-4} (J) |

- 10 アノード電極ユニット 1 2 1 の面積が 9 0 0 0 mm² 及び 3 0 0 0 mm² では、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間での放電時の発生エネルギーの積算値の値が Q_{Total} を越えている。一方、アノード電極ユニット 1 2 1 の面積が 2 2 5 0 mm² 以下では、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間での放電時の発生エネルギーの積算値の値が Q_{Total} を越えることはない。従って、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子（具体的には、ゲート電極 1 3 あるいはカソード電極 1 1）との間で生じた放電により発生したエネルギーによって、アノード電極ユニット 1 2 1 が、1 サブピクセルに相当する大きさに互って破損することはない。具体的には、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間での放電に起因してアノード電極ユニット 1 2 1 が局所的に（より具体的には、1 サブピクセルに相当する大きさに互って）蒸発することはない。尚、 r_1 が約 3 0 キロ Ω 、 r_0 が約 1 キロ Ω の場合、アノード電極ユニット 1 2 1 と電界放出素子との間での放電が発生してから 1 ナノ秒までの発生エネルギーの積算値は、表 2 及び表 3 に示したように、同じ結果となった。

25 また、アノード電極 1 2 0 の面積を 9 0 0 0 mm²、アノード電極ユニット 1 2 1 の数 $N=20$ （アノード電極ユニット 1 2 1 の面積 $S=450 \text{ mm}^2$ ）の場合であって、抵抗体層 1 2 8 の抵抗値 r_0 を変えたときの隣接するアノード電極ユニッ

ト間の電位差をシミュレーションした結果を図19に示す。図19中、曲線A、B、Cは、それぞれ、 $r_0 = 1\text{ k}\Omega$ 、 200Ω 、 20Ω の結果である。図19から、抵抗体層128の抵抗値 r_0 が小さくなる程、隣接するアノード電極ユニット間の電位差が小さくなることが判る。このシミュレーション結果からは、抵抗体層1

5 28の抵抗値 r_0 は 200Ω 以下であることが好ましいと云える。

アノード電極ユニット121 ($S = 36.3\text{ mm}^2$) の間のギャップ長 L_g を $50\mu\text{m}$ としたアノードパネルAPから成る表示装置を作製した。そして、表示装置の内部を真空とすることなく、表示装置の内部を大気雰囲気のままとして、アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧（具体的には、カソード電極11に印加される電圧）との間の電位差 V_A を2キロボルト、3キロボルト、4キロボルト、5キロボルト、6キロボルトとして表示装置への電圧印加試験を行ったところ、電位差 V_A が5キロボルト以上では、アノード電極ユニット121の間で100%の確率で放電が発生した。電位差 V_A が5キロボルト未満では、アノード電極ユニット121の間で放電が殆ど発生することはなかった。こ

10

15 のことから、アノード電極ユニット121間の放電耐圧がアノード電極ユニット121間のギャップ長 L_g に比例することを考慮すると、

$$V_A / L_g < (5 / 50) (\text{kV} / \mu\text{m})$$

即ち、

$$V_A / L_g < 0.1 (\text{kV} / \mu\text{m})$$

20 を満足すれば、アノード電極ユニット121で放電は起こらないことが分かる。また、この一連の試験が大気雰囲気中で行われたことを考慮すると、表示装置が実際の真空雰囲気中で動作するときに放電が発生する電位差 V_A は、大気雰囲気中で放電が発生する電位差 V_A の5～10倍と考えられるので、上式は、

$$V_A / L_g < 1 (\text{kV} / \mu\text{m})$$

25 と変形できる。

(各種の電界放出素子に関して)

以下、各種の電界放出素子及びその製造方法を説明する。

実施例においては、電界放出素子として、スピント型（円錐形の電子放出部が、第2開口部の底部に位置するカソード電極上に設けられた電界放出素子）を説明したが、その他、例えば、扁平型（略平面状の電子放出部が、第2開口部の底部に位置するカソード電極上に設けられた電界放出素子）とすることもできる。尚、これらの電界放出素子を、第1の構造を有する電界放出素子と呼ぶ。

あるいは又、

（イ）支持体上に設けられた、第1の方向に延びるストライプ状のカソード電極と、

10 （ロ）支持体及びカソード電極上に形成された絶縁層と、

（ハ）絶縁層上に設けられ、第1の方向とは異なる第2の方向に延びるストライプ状のゲート電極と、

（ニ）ゲート電極に設けられた第1開口部、及び、絶縁層に設けられ、第1開口部と連通した第2開口部、

15 から成り、

第2開口部の底部に露出したカソード電極の部分が電子放出部に相当し、かかる第2開口部の底部に露出したカソード電極の部分から電子を放出する構造を有する電界放出素子とすることもできる。

このような構造を有する電界放出素子として、平坦なカソード電極の表面から電子を放出する平面型電界放出素子を挙げることができる。尚、この電界放出素子を第2の構造を有する電界放出素子と呼ぶ。

スピント型電界放出素子にあっては、電子放出部を構成する材料として、タングステン、タングステン合金、モリブデン、モリブデン合金、チタン、チタン合金、ニオブ、ニオブ合金、タンタル、タンタル合金、クロム、クロム合金、及び、不純物を含有するシリコン（ポリシリコンやアモルファスシリコン）から成る群から選択された少なくとも1種類の材料を挙げることができる。スピント型電界

放出素子の電子放出部は、例えば、真空蒸着法やスパッタリング法、CVD法によって形成することができる。

扁平型電界放出素子にあっては、電子放出部を構成する材料として、カソード電極を構成する材料よりも仕事関数 Φ の小さい材料から構成することが好ましく、

- 5 どのような材料を選択するかは、カソード電極を構成する材料の仕事関数、ゲート電極とカソード電極との間の電位差、要求される放出電子電流密度の大きさ等に基づいて決定すればよい。電界放出素子におけるカソード電極を構成する代表的な材料として、タングステン ($\Phi = 4.55 \text{ eV}$)、ニオブ ($\Phi = 4.02 \sim 4.87 \text{ eV}$)、モリブデン ($\Phi = 4.53 \sim 4.95 \text{ eV}$)、アルミニウム ($\Phi = 4.28 \text{ eV}$)、銅 ($\Phi = 4.6 \text{ eV}$)、タンタル ($\Phi = 4.3 \text{ eV}$)、クロム ($\Phi = 4.5 \text{ eV}$)、シリコン ($\Phi = 4.9 \text{ eV}$) を例示することができる。電子放出部は、これらの材料よりも小さい仕事関数 Φ を有していることが好ましく、その値は概ね 3 eV 以下であることが好ましい。かかる材料として、炭素 ($\Phi < 1 \text{ eV}$)、セシウム ($\Phi = 2.14 \text{ eV}$)、 LaB_6 ($\Phi = 2.66 \sim 2.76 \text{ eV}$)、 BaO ($\Phi = 1.6 \sim 2.7 \text{ eV}$)、 SrO ($\Phi = 1.25 \sim 1.6 \text{ eV}$)、 Y_2O_3 ($\Phi = 2.0 \text{ eV}$)、 CaO ($\Phi = 1.6 \sim 1.86 \text{ eV}$)、 BaS ($\Phi = 2.05 \text{ eV}$)、 TiN ($\Phi = 2.92 \text{ eV}$)、 ZrN ($\Phi = 2.92 \text{ eV}$) を例示することができる。仕事関数 Φ が 2 eV 以下である材料から電子放出部を構成することが、一層好ましい。尚、電子放出部を構成する材料は、必ずしも導電性を備えている必要はない。
- 10
15
20

あるいは又、扁平型電界放出素子において、電子放出部を構成する材料として、かかる材料の2次電子利得 δ がカソード電極を構成する導電性材料の2次電子利得 δ よりも大きくなるような材料から適宜選択してもよい。即ち、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、金 (Au)、コバルト (Co)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、ニッケル (Ni)、白金 (Pt)、タンタル (Ta)、タングステン (W)、ジルコニウム (Zr) 等の金属；シリコン (Si)、ゲルマニウム

25

(Ge)等の半導体；炭素やダイヤモンド等の無機単体；及び酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化バリウム (BaO)、酸化ベリリウム (BeO)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化錫 (SnO_2)、フッ化バリウム (BaF_2)、フッ化カルシウム (CaF_2)等の化合物の中から、適宜選択することができる。尚、電子放出部を構成する材料は、必ずしも導電性を備えている必要はない。

扁平型電界放出素子にあつては、特に好ましい電子放出部の構成材料として、炭素、より具体的にはダイヤモンドやグラファイト、カーボン・ナノチューブ構造体を挙げることができる。電子放出部をこれらから構成する場合、 $5 \times 10^7 V/m$ 以下の電界強度にて、表示装置に必要な放出電子電流密度を得ることができる。また、ダイヤモンドは電気抵抗体であるため、各電子放出部から得られる放出電子電流を均一化することができ、よって、表示装置に組み込まれた場合の輝度ばらつきの抑制が可能となる。更に、これらの材料は、表示装置内の残留ガスのイオンによるスパッタ作用に対して極めて高い耐性を有するので、電界放出素子の長寿命化を図ることができる。

カーボン・ナノチューブ構造体として、具体的には、カーボン・ナノチューブ及び／又はカーボン・ナノファイバーを挙げることができる。より具体的には、カーボン・ナノチューブから電子放出部を構成してもよいし、カーボン・ナノファイバーから電子放出部を構成してもよいし、カーボン・ナノチューブとカーボン・ナノファイバーの混合物から電子放出部を構成してもよい。カーボン・ナノチューブやカーボン・ナノファイバーは、巨視的には、粉末状であってもよいし、薄膜状であってもよいし、場合によっては、カーボン・ナノチューブ構造体は円錐状の形状を有していてもよい。カーボン・ナノチューブやカーボン・ナノファイバーは、周知のアーク放電法やレーザアブレーション法といったPVD法、プラズマCVD法やレーザCVD法、熱CVD法、気相合成法、気相成長法といった各種のCVD法によって製造、形成することができる。

扁平型電界放出素子を、バインダー材料にカーボン・ナノチューブ構造体を分散させたものをカソード電極の所望の領域に例えば塗布した後、バインダー材料の焼成あるいは硬化を行う方法（より具体的には、エポキシ系樹脂やアクリル系樹脂等の有機系バインダー材料や銀ペースト、水ガラス等の無機系バインダー材料にカーボン・ナノチューブ構造体を分散したものを、カソード電極の所望の領域に例えば塗布した後、溶媒の除去、バインダー材料の焼成・硬化を行う方法）によって製造することもできる。尚、このような方法を、カーボン・ナノチューブ構造体の第1の形成方法と呼ぶ。塗布方法として、スクリーン印刷法を例示することができる。

- 10 あるいは又、扁平型電界放出素子を、カーボン・ナノチューブ構造体が分散された金属化合物溶液をカソード電極上に塗布した後、金属化合物を焼成する方法によって製造することもでき、これによって、金属化合物に由来した金属原子を含むマトリックスにてカーボン・ナノチューブ構造体がカソード電極表面に固定される。尚、このような方法を、カーボン・ナノチューブ構造体の第2の形成方法と呼ぶ。マトリックスは、導電性を有する金属酸化物から成ることが好ましく、より具体的には、酸化錫、酸化インジウム、酸化インジウム-錫、酸化亜鉛、酸化アンチモン、又は、酸化アンチモン-錫から構成することが好ましい。焼成後、各カーボン・ナノチューブ構造体の一部分がマトリックスに埋め込まれている状態を得ることもできるし、各カーボン・ナノチューブ構造体の全体がマトリックスに埋め込まれている状態を得ることもできる。マトリックスの体積抵抗率は、 $1 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ 乃至 $5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ であることが望ましい。
- 15
- 20

- 金属化合物溶液を構成する金属化合物として、例えば、有機金属化合物、有機酸金属化合物、又は、金属塩（例えば、塩化物、硝酸塩、酢酸塩）を挙げることができる。有機酸金属化合物溶液として、有機錫化合物、有機インジウム化合物、有機亜鉛化合物、有機アンチモン化合物を酸（例えば、塩酸、硝酸、あるいは硫酸）に溶解し、これを有機溶媒（例えば、トルエン、酢酸ブチル、イソプロピル
- 25

アルコール)で希釈したものを挙げることができる。また、有機金属化合物溶液として、有機錫化合物、有機インジウム化合物、有機亜鉛化合物、有機アンチモン化合物を有機溶媒(例えば、トルエン、酢酸ブチル、イソプロピルアルコール)に溶解したものを例示することができる。溶液を100重量部としたとき、カーボン・ナノチューブ構造体が0.001~20重量部、金属化合物が0.1~10重量部、含まれた組成とすることが好ましい。溶液には、分散剤や界面活性剤が含まれていてもよい。また、マトリックスの厚さを増加させるといった観点から、金属化合物溶液に、例えばカーボンブラック等の添加物を添加してもよい。また、場合によっては、有機溶媒の代わりに水を溶媒として用いることもできる。

- 10 カーボン・ナノチューブ構造体が分散された金属化合物溶液をカソード電極上に塗布する方法として、スプレー法、スピンコーティング法、ディッピング法、ダイクォーター法、スクリーン印刷法を例示することができるが、中でもスプレー法を採用することが塗布の容易性といった観点から好ましい。

- 15 カーボン・ナノチューブ構造体が分散された金属化合物溶液をカソード電極上に塗布した後、金属化合物溶液を乾燥させて金属化合物層を形成し、次いで、カソード電極上の金属化合物層の不要部分を除去した後、金属化合物を焼成してもよいし、金属化合物を焼成した後、カソード電極上の不要部分を除去してもよいし、カソード電極の所望の領域上にのみ金属化合物溶液を塗布してもよい。

- 20 金属化合物の焼成温度は、例えば、金属塩が酸化されて導電性を有する金属酸化物となるような温度、あるいは又、有機金属化合物や有機酸金属化合物が分解して、有機金属化合物や有機酸金属化合物に由来した金属原子を含むマトリックス(例えば、導電性を有する金属酸化物)が形成できる温度であればよく、例えば、300°C以上とすることが好ましい。焼成温度の上限は、電界放出素子あるいはカソードパネルの構成要素に熱的な損傷等が発生しない温度とすればよい。

- 25 カーボン・ナノチューブ構造体の第1の形成方法あるいは第2の形成方法にあつては、電子放出部の形成後、電子放出部の表面の一種の活性化処理(洗浄処理)

を行うことが、電子放出部からの電子の放出効率の一層の向上といった観点から好ましい。このような処理として、水素ガス、アンモニアガス、ヘリウムガス、アルゴンガス、ネオンガス、メタンガス、エチレンガス、アセチレンガス、窒素ガス等のガス雰囲気中でのプラズマ処理を挙げることができる。

- 5 カーボン・ナノチューブ構造体の第1の形成方法あるいは第2の形成方法にあつては、電子放出部は、第2開口部の底部に位置するカソード電極の部分の表面に形成されていればよく、第2開口部の底部に位置するカソード電極の部分から第2開口部の底部以外のカソード電極の部分の表面に延在するように形成されていてもよい。また、電子放出部は、第2開口部の底部に位置するカソード電極の
- 10 部分の表面の全面に形成されていても、部分的に形成されていてもよい。

- 第1の構造あるいは第2の構造を有する電界放出素子においては、電界放出素子の構造に依存するが、ゲート電極及び絶縁層に設けられた1つの第1開口部及び第2開口部内に1つの電子放出部が存在してもよいし、ゲート電極及び絶縁層に設けられた1つの第1開口部及び第2開口部内に複数の電子放出部が存在して
- 15 もよいし、ゲート電極に複数の第1開口部を設け、かかる第1開口部と連通する1つの第2開口部を絶縁層に設け、絶縁層に設けられた1つの第2開口部内に1又は複数の電子放出部が存在してもよい。

- 第1開口部あるいは第2開口部の平面形状（支持体表面と平行な仮想平面で開口部を切断したときの形状）は、円形、楕円形、矩形、多角形、丸みを帯びた矩形、丸みを帯びた多角形等、任意の形状とすることができる。第1開口部の形成は、例えば、等方性エッチング、異方性エッチングと等方性エッチングの組合せによって行うことができ、あるいは又、ゲート電極の形成方法に依っては、第1開口部を直接形成することもできる。第2開口部の形成も、例えば、等方性エッチング、異方性エッチングと等方性エッチングの組合せによって行うことができ
- 20 る。
- 25

第1の構造を有する電界放出素子において、カソード電極と電子放出部との間

に抵抗体層を設けてもよい。あるいは又、カソード電極の表面が電子放出部に相当している場合（即ち、第2の構造を有する電界放出素子においては）、カソード電極を導電材料層、抵抗体層、電子放出部に相当する電子放出層の3層構成としてもよい。抵抗体層を設けることによって、電界放出素子の動作安定化、電子放出特性の均一化を図ることができる。抵抗体層を構成する材料として、シリコンカーバイド（SiC）やSiCNといったカーボン系材料、SiN、アモルファスシリコン等の半導体材料、酸化ルテニウム（RuO₂）、酸化タンタル、窒化タンタル等の高融点金属酸化物を例示することができる。抵抗体層の形成方法として、スパッタリング法や、CVD法やスクリーン印刷法を例示することができる。抵抗値は、概ね $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^7 \Omega$ 、好ましくは数M Ω とすればよい。

〔スピント型電界放出素子〕

スピント型電界放出素子は、

（イ）支持体10上に設けられ、第1の方向に延びるストライプ状のカソード電極11と、

15 （ロ）支持体10及びカソード電極11上に形成された絶縁層12と、

（ハ）絶縁層12上に設けられ、第1の方向とは異なる第2の方向に延びるストライプ状のゲート電極13と、

（ニ）ゲート電極13に設けられた第1開口部14A、及び、絶縁層12に設けられ、第1開口部14Aと連通した第2開口部14Bと、

20 （ホ）第2開口部14Bの底部に位置するカソード電極11上に設けられた電子放出部15、

から成り、

第2開口部14Bの底部に露出した円錐形の電子放出部15から電子が放出される構造を有する。

25 以下、スピント型電界放出素子の製造方法を、カソードパネルを構成する支持体10等の模式的な一部端面図である図20の（A）、（B）及び図21の（A）、

(B)を参照して説明する。

尚、このスピント型電界放出素子は、基本的には、円錐形の電子放出部15を金属材料の垂直蒸着により形成する方法によって得ることができる。即ち、ゲート電極13に設けられた第1開口部14Aに対して蒸着粒子は垂直に入射するが、
5 第1開口部14Aの開口端付近に形成されるオーバーハング状の堆積物による遮蔽効果を利用して、第2開口部14Bの底部に到達する蒸着粒子の量を漸減させ、円錐形の堆積物である電子放出部15を自己整合的に形成する。ここでは、不要なオーバーハング状の堆積物の除去を容易とするために、ゲート電極13及び絶縁層12上に剥離層16を予め形成しておく方法について説明する。尚、電界放
10 出素子の製造方法を説明するための図面においては、1つの電子放出部のみを図示した。

【工程-A0】

先ず、例えばガラス基板から成る支持体10の上に、例えばポリシリコンから成るカソード電極用導電材料層をプラズマCVD法にて成膜した後、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づきカソード電極用導電材料層をパターニ
15 ングして、ストライプ状のカソード電極11を形成する。その後、全面にSiO₂から成る絶縁層12をCVD法にて形成する。

【工程-A1】

次に、絶縁層12上に、ゲート電極用導電材料層（例えば、TiN層）をスパッタ法にて成膜し、次いで、ゲート電極用導電材料層をリソグラフィ技術及びドライエッチング技術にてパターニングすることによって、ストライプ状のゲート電極13を得ることができる。ストライプ状のカソード電極11は、図面の紙面左右方向に延び、ストライプ状のゲート電極13は、図面の紙面垂直方向に延び
20 ている。

25 尚、ゲート電極13を、真空蒸着法等のPVD法、CVD法、電気メッキ法や無電解メッキ法といったメッキ法、スクリーン印刷法、レーザアブレーション法、

ゾルーゲル法、リフトオフ法等の公知の薄膜形成と、必要に応じてエッチング技術との組合せによって形成してもよい。スクリーン印刷法やメッキ法によれば、直接、例えばストライプ状のゲート電極を形成することが可能である。

[工程－A 2]

- 5 その後、再びレジスト層を形成し、エッチングによってゲート電極 1 3 に第 1 開口部 1 4 A を形成し、更に、絶縁層に第 2 開口部 1 4 B を形成し、第 2 開口部 1 4 B の底部にカソード電極 1 1 を露出させた後、レジスト層を除去する。こうして、図 2 0 の (A) に示す構造を得ることができる。

[工程－A 3]

- 10 次に、支持体 1 0 を回転させながらゲート電極 1 3 上を含む絶縁層 1 2 上にニッケル (Ni) を斜め蒸着することにより、剥離層 1 6 を形成する (図 2 0 の (B) 参照)。このとき、支持体 1 0 の法線に対する蒸着粒子の入射角を十分に大きく選択することにより (例えば、入射角 6 5 度～8 5 度)、第 2 開口部 1 4 B の底部にニッケルを殆ど堆積させることなく、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 の上に剥離層 1 6 を形成することができる。剥離層 1 6 は、第 1 開口部 1 4 A の開口端から
15 底状に張り出しており、これによって第 1 開口部 1 4 A が実質的に縮径される。

[工程－A 4]

- 20 次に、全面に例えば導電材料としてモリブデン (Mo) を垂直蒸着する (入射角 3 度～1 0 度)。このとき、図 2 1 の (A) に示すように、剥離層 1 6 上でオーバーハング形状を有する導電材料層 1 7 が成長するに伴い、第 1 開口部 1 4 A の実質的な直径が次第に縮小されるので、第 2 開口部 1 4 B の底部において堆積に寄与する蒸着粒子は、次第に第 1 開口部 1 4 A の中央付近を通過するものに限られるようになる。その結果、第 2 開口部 1 4 B の底部には円錐形の堆積物が形成され、この円錐形の堆積物が電子放出部 1 5 となる。

- 25 [工程－A 5]

その後、図 2 1 の (B) に示すように、リフトオフ法にて剥離層 1 6 をゲート

電極 1 3 及び絶縁層 1 2 の表面から剥離し、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 の上方の導電材料層 1 7 を選択的に除去する。こうして、複数のスピント型電界放出素子が形成されたカソードパネルを得ることができる。

〔扁平型電界放出素子（その 1）〕

5 扁平型電界放出素子は、

（イ）支持体 1 0 上に設けられ、第 1 の方向に延びるカソード電極 1 1 と、

（ロ）支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に形成された絶縁層 1 2 と、

（ハ）絶縁層 1 2 上に設けられ、第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に延びるゲート電極 1 3 と、

10 （ニ）ゲート電極 1 3 に設けられた第 1 開口部 1 4 A、及び、絶縁層 1 2 に設けられ、第 1 開口部 1 4 A と連通した第 2 開口部 1 4 B と、

（ホ）第 2 開口部 1 4 B の底部に位置するカソード電極 1 1 上に設けられた扁平状の電子放出部 1 5 A、
から成り、

15 第 2 開口部 1 4 B の底部に露出した電子放出部 1 5 A から電子が放出される構造を有する。

電子放出部 1 5 A は、マトリックス 1 8、及び、先端部が突出した状態でマトリックス 1 8 中に埋め込まれたカーボン・ナノチューブ構造体（具体的には、カーボン・ナノチューブ 1 9）から成り、マトリックス 1 8 は、導電性を有する金属
20 属酸化物（具体的には、酸化インジウム－錫、ITO）から成る。

以下、電界放出素子の製造方法を、図 2 2 の（A）、（B）及び図 2 3 の（A）、（B）を参照して説明する。

〔工程－B 0〕

25 先ず、例えばガラス基板から成る支持体 1 0 上に、例えばスパッタリング法及びエッチング技術により形成された厚さ約 0.2 μm のクロム（Cr）層から成るストライプ状のカソード電極 1 1 を形成する。

[工程－B 1]

- 次に、カーボン・ナノチューブ構造体が分散された有機酸金属化合物から成る金属化合物溶液をカソード電極 11 上に、例えばスプレー法にて塗布する。具体的には、以下の表 4 に例示する金属化合物溶液を用いる。尚、金属化合物溶液中
- 5 にあつては、有機錫化合物及び有機インジウム化合物は酸（例えば、塩酸、硝酸、あるいは硫酸）に溶解された状態にある。カーボン・ナノチューブはアーク放電法にて製造され、平均直径 30 nm、平均長さ 1 μ m である。塗布に際しては、支持体 10 を 70～150°C に加熱しておく。塗布雰囲気を大気雰囲気とする。塗布後、5～30 分間、支持体 10 を加熱し、酢酸ブチルを十分に蒸発させる。
- 10 このように、塗布時、支持体 10 を加熱することによって、カソード電極 11 の表面に対してカーボン・ナノチューブが水平に近づく方向にセルフレベリングする前に塗布溶液の乾燥が始まる結果、カーボン・ナノチューブが水平にはならない状態でカソード電極 11 の表面にカーボン・ナノチューブを配置することができる。即ち、カーボン・ナノチューブの先端部がアノード電極の方向を向くよう
- 15 な状態、言い換えれば、カーボン・ナノチューブを、支持体 10 の法線方向に近づく方向に配向させることができる。尚、予め、表 4 に示す組成の金属化合物溶液を調製しておいてもよいし、カーボン・ナノチューブを添加していない金属化合物溶液を調製しておき、塗布前に、カーボン・ナノチューブと金属化合物溶液とを混合してもよい。また、カーボン・ナノチューブの分散性向上のため、金属
- 20 化合物溶液の調製時、超音波を照射してもよい。

[表 4]

| | |
|--------------------|--------------|
| 有機錫化合物及び有機インジウム化合物 | ： 0.1～10 重量部 |
| 分散剤（ドデシル硫酸ナトリウム） | ： 0.1～5 重量部 |
| 25 カーボン・ナノチューブ | ： 0.1～20 重量部 |
| 酢酸ブチル | ： 残余 |

尚、有機酸金属化合物溶液として、有機錫化合物を酸に溶解したものを用いれば、マトリックスとして酸化錫が得られ、有機インジウム化合物を酸に溶解したものを用いれば、マトリックスとして酸化インジウムが得られ、有機亜鉛化合物を酸に溶解したものを用いれば、マトリックスとして酸化亜鉛が得られ、有機アンチモン化合物を酸に溶解したものを用いれば、マトリックスとして酸化アンチモンが得られ、有機アンチモン化合物及び有機錫化合物を酸に溶解したものを用いれば、マトリックスとして酸化アンチモン-錫が得られる。また、有機金属化合物溶液として、有機錫化合物を用いれば、マトリックスとして酸化錫が得られ、有機インジウム化合物を用いれば、マトリックスとして酸化インジウムが得られ、有機亜鉛化合物を用いれば、マトリックスとして酸化亜鉛が得られ、有機アンチモン化合物を用いれば、マトリックスとして酸化アンチモンが得られ、有機アンチモン化合物及び有機錫化合物を用いれば、マトリックスとして酸化アンチモン-錫が得られる。あるいは又、金属の塩化物の溶液（例えば、塩化錫、塩化インジウム）を用いてもよい。

場合によっては、金属化合物溶液を乾燥した後の金属化合物層の表面に著しい凹凸が形成されている場合がある。このような場合には、金属化合物層の上に、支持体を加熱することなく、再び、金属化合物溶液を塗布することが望ましい。

[工程-B 2]

その後、有機酸金属化合物から成る金属化合物を焼成することによって、有機酸金属化合物に由来した金属原子（具体的には、In及びSn）を含むマトリックス（具体的には、金属酸化物であり、より一層具体的にはITO）18にてカーボン・ナノチューブ19がカソード電極11の表面に固定された電子放出部15Aを得る。焼成を、大気雰囲気中で、350°C、20分の条件にて行う。こうして、得られたマトリックス18の体積抵抗率は、 $5 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ であった。有機酸金属化合物を出発物質として用いることにより、焼成温度350°Cとい

った低温においても、ITOから成るマトリックス18を形成することができる。
尚、有機酸金属化合物溶液の代わりに、有機金属化合物溶液を用いてもよいし、
金属の塩化物の溶液（例えば、塩化錫、塩化インジウム）を用いた場合、焼成に
よって塩化錫、塩化インジウムが酸化されつつ、ITOから成るマトリックス1
5 8が形成される。

[工程-B3]

次いで、全面にレジスト層を形成し、カソード電極11の所望の領域の上方に、
例えば直径10 μ mの円形のレジスト層を残す。そして、10～60 $^{\circ}$ Cの塩酸
を用いて、1～30分間、マトリックス18をエッチングして、電子放出部の不
10 要部分を除去する。更に、所望の領域以外にカーボン・ナノチューブが未だ存在
する場合には、以下の表5に例示する条件の酸素プラズマエッチング処理によっ
てカーボン・ナノチューブをエッチングする。尚、バイアスパワーは0Wでもよ
いが、即ち、直流としてもよいが、バイアスパワーを加えることが望ましい。ま
た、支持体を、例えば80 $^{\circ}$ C程度に加熱してもよい。

15

[表5]

| | |
|------------|-----------|
| 使用装置 | : R I E装置 |
| 導入ガス | : 酸素を含むガス |
| プラズマ励起パワー | : 500W |
| 20 バイアスパワー | : 0～150W |
| 処理時間 | : 10秒以上 |

あるいは又、表6に例示する条件のウェットエッチング処理によってカーボ
ン・ナノチューブをエッチングしてもよい。

25

[表 6]

使用溶液 : KMnO_4

温度 : $20 \sim 120^\circ \text{C}$

処理時間 : 10 秒 ~ 20 分

5

その後、レジスト層を除去することによって、図 22 の (A) に示す構造を得ることができる。尚、直径 $10 \mu\text{m}$ の円形の電子放出部 15 A を残すことに限定されない。例えば、電子放出部 15 A をカソード電極 11 上に残してもよい。

尚、[工程-B 1]、[工程-B 3]、[工程-B 2] の順に実行してもよい。

10 [工程-B 4]

次に、電子放出部 15 A、支持体 10 及びカソード電極 11 上に絶縁層 12 を形成する。具体的には、例えば TEOS (テトラエトキシシラン) を原料ガスとして使用する CVD 法により、全面に、厚さ約 $1 \mu\text{m}$ の絶縁層 12 を形成する。

[工程-B 5]

15 その後、絶縁層 12 上にストライプ状のゲート電極 13 を形成し、更に、絶縁層 12 及びゲート電極 13 上にマスク層 118 を設けた後、ゲート電極 13 に第 1 の開口部 14 A を形成し、更に、ゲート電極 13 に形成された第 1 の開口部 14 A に連通する第 2 の開口部 14 B を絶縁層 12 に形成する (図 22 の (B) 参照)。尚、マトリックス 18 を金属酸化物、例えば ITO から構成する場合、絶縁層 12 をエッチングするとき、マトリックス 18 がエッチングされることはない。即ち、絶縁層 12 とマトリックス 18 とのエッチング選択比はほぼ無限大である。従って、絶縁層 12 のエッチングによってカーボン・ナノチューブ 19 に損傷が発生することはない。

[工程-B 6]

25 次いで、以下の表 7 に例示する条件にて、マトリックス 18 の一部を除去し、マトリックス 18 から先端部が突出した状態のカーボン・ナノチューブ 19 を得

ることが好ましい。こうして、図 23 の (A) に示す構造の電子放出部 15 A を得ることができる。

[表 7]

5 エッチング溶液：塩酸

エッチング時間：10 秒～30 秒

エッチング温度：10～60° C

マトリックス 18 のエッチングによって一部あるいは全てのカーボン・ナノチューブ 19 の表面状態が変化し（例えば、その表面に酸素原子や酸素分子、フッ素原子が吸着し）、電界放出に関して不活性となっている場合がある。それ故、その後、電子放出部 15 A に対して水素ガス雰囲気中でのプラズマ処理を行うことが好ましく、これによって、電子放出部 15 A が活性化し、電子放出部 15 A からの電子の放出効率の一層の向上させることができる。プラズマ処理の条件を、
15 以下の表 8 に例示する。

[表 8]

使用ガス : $H_2 = 100 \text{ sccm}$

電源パワー : 1000 W

20 支持体印加電力 : 50 V

反応圧力 : 0.1 Pa

支持体温度 : 300° C

その後、カーボン・ナノチューブ 19 からガスを放出させるために、加熱処理
25 や各種のプラズマ処理を施してもよいし、カーボン・ナノチューブ 19 の表面に意図的に吸着物を吸着させるために吸着させたい物質を含むガスにカーボン・ナ

ノチューブ19を晒してもよい。また、カーボン・ナノチューブ19を精製するために、酸素プラズマ処理やフッ素プラズマ処理を行ってもよい。

〔工程－B7〕

その後、絶縁層12に設けられた第2の開口部14Bの側壁面を等方的なエッチングによって後退させることが、ゲート電極13の開口端部を露出させるといった観点から、好ましい。尚、等方的なエッチングは、ケミカルドライエッチングのようにラジカルを主エッチング種として利用するドライエッチング、あるいはエッチング液を利用するウェットエッチングにより行うことができる。エッチング液としては、例えば49%フッ酸水溶液と純水の1:100（容積比）混合液を用いることができる。次いで、マスク層118を除去する。こうして、図23の（B）に示す電界放出素子を完成することができる。

尚、〔工程－B5〕の後、〔工程－B7〕、〔工程－B6〕の順に実行してもよい。

〔扁平型電界放出素子（その2）〕

扁平型電界放出素子の模式的な一部断面図を、図24の（A）に示す。この扁平型電界放出素子は、例えばガラスから成る支持体10上に形成されたカソード電極11、支持体10及びカソード電極11上に形成された絶縁層12、絶縁層12上に形成されたゲート電極13、ゲート電極13及び絶縁層12を貫通する開口部14（ゲート電極13に設けられた第1開口部、及び、絶縁層12に設けられ、第1開口部と連通した第2開口部）、並びに、開口部14の底部に位置するカソード電極11の部分の上に設けられた扁平の電子放出部（電子放出層15B）から成る。ここで、電子放出層15Bは、図面の紙面垂直方向に延びたストライプ状のカソード電極11上に形成されている。また、ゲート電極13は、図面の紙面左右方向に延びている。カソード電極11及びゲート電極13はクロムから成る。電子放出層15Bは、具体的には、グラファイト粉末から成る薄層から構成されている。図24の（A）に示した扁平型電界放出素子においては、カソード電極11の表面の全域に亘って、電子放出層15Bが形成されているが、この

ような構造に限定するものではなく、要は、少なくとも開口部 1 4 の底部に電子放出層 1 5 B が設けられていればよい。

〔平面型電界放出素子〕

平面型電界放出素子の模式的な一部断面図を、図 2 4 の (B) に示す。この平面型電界放出素子は、例えばガラスから成る支持体 1 0 上に形成されたストライプ状のカソード電極 1 1、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に形成された絶縁層 1 2、絶縁層 1 2 上に形成されたストライプ状のゲート電極 1 3、並びに、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 を貫通する第 1 開口部及び第 2 開口部 (開口部 1 4) から成る。開口部 1 4 の底部にはカソード電極 1 1 が露出している。カソード電極 1 1 は、図面の紙面垂直方向に延び、ゲート電極 1 3 は、図面の紙面左右方向に延びている。カソード電極 1 1 及びゲート電極 1 3 はクロム (Cr) から成り、絶縁層 1 2 は SiO_2 から成る。ここで、開口部 1 4 の底部に露出したカソード電極 1 1 の部分が電子放出部 1 5 C に相当する。

〔アノードパネル及び表示装置の製造方法〕

以下、基板等の模式的な一部断面図である図 2 5 の (A) ~ (F) を参照して、アノードパネル A P の製造方法を説明する。

〔工程 - 1 0 0 〕

先ず、ガラス基板から成る基板 3 0 上に隔壁 3 3 を形成する (図 2 5 の (A) 参照)。隔壁 3 3 の平面形状は格子形状 (井桁形状) である。具体的には、酸化コバルト等の金属酸化物により黒色に着色した鉛ガラス層を約 $50 \mu\text{m}$ の厚さで形成した後、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術によって鉛ガラス層を選択的に加工することにより、格子形状 (井桁形状) の隔壁 3 3 (例えば図 5 を参照) を得ることができる。尚、場合によっては、低融点ガラスペーストをスクリーン印刷法にて基板 3 0 上に印刷し、次いで、かかる低融点ガラスペーストを焼成することによって隔壁を形成してもよいし、感光性ポリイミド樹脂層を基板 3 0 の全面に形成した後、かかる感光性ポリイミド樹脂層を露光、現像することに

よって、隔壁を形成してもよい。1画素における隔壁33の大きさを、およそ、縦×横×高さが $200\mu\text{m} \times 100\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ とした。隔壁の一部は、スペーサ34を保持するためのスペーサ保持部としても機能する。尚、隔壁33の形成前に、隔壁33を形成すべき基板30の部分の表面にブラックマトリックス(図25には図示せず)を形成することが、表示画像のコントラスト向上といった観点から好ましい。尚、ブラックマトリックス及び隔壁33の形成前に、ストライプ状の透明電極27を形成しておいてもよい。

[工程-110]

次に、赤色発光蛍光体層31Rを形成するために、例えばポリビニルアルコール(PVA)樹脂と水に赤色発光蛍光体粒子を分散させ、更に、重クロム酸アンモニウムを添加した赤色発光蛍光体スラリーを全面に塗布した後、かかる赤色発光蛍光体スラリーを乾燥する。その後、基板30側から赤色発光蛍光体層31Rを形成すべき赤色発光蛍光体スラリーの部分に紫外線を照射し、赤色発光蛍光体スラリーを露光する。赤色発光蛍光体スラリーは基板30側から徐々に硬化する。形成される赤色発光蛍光体層31Rの厚さは、赤色発光蛍光体スラリーに対する紫外線の照射量により決定される。ここでは、例えば、赤色発光蛍光体スラリーに対する紫外線の照射時間を調整して、赤色発光蛍光体層31Rの厚さを約 $8\mu\text{m}$ とした。その後、赤色発光蛍光体スラリーを現像することによって、所定の隔壁33の間に赤色発光蛍光体層31Rを形成することができる(図25の(B)参照)。以下、緑色発光蛍光体スラリーに対して同様の処理を行うことによって緑色発光蛍光体層31Gを形成し、更に、青色発光蛍光体スラリーに対して同様の処理を行うことによって青色発光蛍光体層31Bを形成する(図25の(C)参照)。尚、蛍光体層31の表面は、微視的には、複数の蛍光体粒子により凹凸となっている。蛍光体層の形成方法は、以上に説明した方法に限定されず、赤色発光蛍光体スラリー、緑色発光蛍光体スラリー、青色発光蛍光体スラリーを順次塗布した後、各蛍光体スラリーを順次露光、現像して、各蛍光体層を形成してもよい

し、スクリーン印刷法等により各蛍光体層を形成してもよい。

〔工程－１２０〕

その後、隔壁３３及び蛍光体層３１が形成された基板３０を、処理槽内に満たされた液体（具体的には、水）中に、蛍光体層３１が液面側を向くように浸漬する。尚、処理槽の排出部は閉じておく。そして、液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間膜５０を形成する。具体的には、中間膜５０を構成する樹脂（ラッカー）を溶解した有機溶剤を液面に滴下する。即ち、液面上に、中間膜５０を形成するための中間膜材料を展開する。中間膜５０を構成する樹脂（ラッカー）は、広義のワニス的一种で、セルロース誘導体、一般にニトロセルロースを主成分とした配合物を低級脂肪酸エステルのような揮発性溶剤に溶かしたもの、あるいは、他の合成高分子を用いたウレタンラッカー、アクリルラッカーから構成される。続いて、中間膜材料を液面に浮遊させた状態において、例えば２分間程度乾燥させる。これによって、中間膜材料が成膜され、液面上に中間膜５０が平坦に形成される。中間膜５０を形成する際には、例えば、その厚さが約３０nmとなるように中間膜材料の展開量を調整する。

続いて、処理槽の排出部を開き、処理槽から液体を排出して液面を降下させることにより、液面上に形成されていた中間膜５０が隔壁３３に近づく方向に移動し、中間膜５０が隔壁３３に接触し、最終的に、中間膜５０が蛍光体層３１と接する状態となり、中間膜５０が蛍光体層３１上に残される（図２５の（Ｄ）参照）。

〔工程－１３０〕

次に、中間膜５０を乾燥させる。即ち、基板３０を処理槽内から取り出し、基板３０を乾燥炉内に搬入し、所定の温度環境中にて乾燥させる。中間膜５０の乾燥温度は例えば３０℃～６０℃の範囲内とすることが好ましく、中間膜５０の乾燥時間は例えば数分～数十分の範囲内とすることが好ましい。勿論、乾燥温度の高低に伴い、乾燥時間は減増する。

〔工程－１４０〕

その後、中間膜 50 上に導電材料層 20A を形成する。具体的には、蒸着法又はスパッタリング法により、中間膜 50 を覆うように、アルミニウム (Al) やクロム (Cr) 等の導電材料から成る導電材料層 20A を形成する (図 25 の (E) 参照)。

5 [工程-150]

次いで、400°C 程度で中間膜 50 を焼成する (図 25 の (F) 参照)。この焼成処理により中間膜 50 が燃焼して焼失し、導電材料層 20A が蛍光体層 31 上及び隔壁 33 上に残される。尚、中間膜 50 の燃焼により生じたガスは、例えば、導電材料層 20A のうち、隔壁 33 の形状に沿って折れ曲がっている領域に
10 生じる微細な孔を通じて外部に排出される。この孔は微細なため、アノード電極の構造的な強度や画像表示特性に深刻な影響を及ぼすものではない。

 [工程-160]

その後、リソグラフィ技術及びエッチング技術によって導電材料層 20A をパターンニングすることで、例えば、アノード電極ユニットや給電線、給電線ユニッ
15 トを得ることができる。更に、必要に応じて、抵抗体層や第 1 の抵抗部材、第 2 の抵抗部材を、スクリーン印刷法や、CVD 法とリソグラフィ技術及びエッチング技術に基づき形成すればよい。こうして、アノードパネル AP を完成することができる。

 [工程-170]

20 電界放出素子が形成されたカソードパネル CP を準備する。そして、表示装置の組み立てを行う。具体的には、例えば、アノードパネル AP の有効領域に設けられたスペーサ保持部にスペーサ 34 を取り付け、蛍光体層 31 と電界放出素子とが対向するようにアノードパネル AP とカソードパネル CP とを配置し、アノードパネル AP とカソードパネル CP (より具体的には、基板 30 と支持体 10)
25 とを、セラミックスやガラスから作製された高さ約 1 mm の枠体 35 を介して、周縁部において接合する。接合に際しては、枠体 35 とアノードパネル AP との

接合部位、及び、枠体 35 とカソードパネル CP との接合部位にフリットガラスを塗布し、アノードパネル AP とカソードパネル CP と枠体 35 とを貼り合わせ、予備焼成にてフリットガラスを乾燥した後、約 450°C で 10～30 分の本焼成を行う。その後、アノードパネル AP とカソードパネル CP と枠体 35 とフリットガラス（図示せず）とによって囲まれた空間を、貫通孔（図示せず）及びチップ管（図示せず）を通じて排気し、空間の圧力が 10^{-4}Pa 程度に達した時点でチップ管を加熱溶融により封じ切る。このようにして、アノードパネル AP とカソードパネル CP と枠体 35 とに囲まれた空間を真空にすることができる。あるいは又、例えば、枠体 35 とアノードパネル AP とカソードパネル CP との貼り合わせを高真空雰囲気中で行ってもよい。あるいは又、表示装置の構造によっては、枠体無しで、接着層のみによってアノードパネル AP とカソードパネル CP とを貼り合わせてもよい。その後、必要な外部回路との配線接続を行い、表示装置を完成させる。

以上、本発明を、実施例に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。実施例にて説明したアノードパネルやカソードパネル、表示装置や電界放出素子の構成、構造は例示であり、適宜変更することができるし、アノードパネルやカソードパネル、表示装置や電界放出素子の製造方法も例示であり、適宜変更することができる。更には、アノードパネルやカソードパネルの製造において使用した各種材料も例示であり、適宜変更することができる。表示装置においては、専らカラー表示を例にとり説明したが、単色表示とすることもできる。

電界放出素子においては、専ら 1 つの開口部に 1 つの電子放出部が対応する形態を説明したが、電界放出素子の構造に依っては、1 つの開口部に複数の電子放出部が対応した形態、あるいは、複数の開口部に 1 つの電子放出部が対応する形態とすることもできる。あるいは又、ゲート電極に複数の第 1 開口部を設け、絶縁層にかかる複数の第 1 開口部に連通した複数の第 2 開口部を設け、1 又は複数の電子放出部を設ける形態とすることもできる。

電界放出素子において、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 の上に更に第 2 の絶縁層 6 2 を設け、第 2 の絶縁層 6 2 上に収束電極 6 3 を設けてもよい。このような構造を有する電界放出素子の模式的な一部端面図を図 2 6 に示す。第 2 の絶縁層 6 2 には、第 1 開口部 1 4 A に連通した第 3 開口部 6 4 が設けられている。収束電極 6 3 の形成は、例えば、[工程-A 2] において、絶縁層 1 2 上にストライプ状のゲート電極 1 3 を形成した後、第 2 の絶縁層 6 2 を形成し、次いで、第 2 の絶縁層 6 2 上にパターニングされた収束電極 6 3 を形成した後、収束電極 6 3、第 2 の絶縁層 6 2 に第 3 開口部 6 4 を設け、更に、ゲート電極 1 3 に第 1 開口部 1 4 A を設ければよい。尚、収束電極のパターニングに依存して、1 又は複数の電子放出部、あるいは、1 又は複数の画素に対応する収束電極ユニットが集合した形式の収束電極とすることもでき、あるいは又、有効領域を 1 枚のシート状の導電材料で被覆した形式の収束電極とすることもできる。尚、図 2 6 においては、スピント型電界放出素子を図示したが、その他の電界放出素子とすることもできることは云うまでもない。

収束電極は、このような方法にて形成するだけでなく、例えば、厚さ数十 μm の 42%Ni-Fe アロイから成る金属板の両面に、例えば SiO_2 から成る絶縁膜を形成した後、各画素に対応した領域にパンチングやエッチングすることによって開口部を形成することで収束電極を作製することもできる。そして、カソードパネル、金属板、アノードパネルを積み重ね、両パネルの外周部に枠体を配置し、加熱処理を施すことによって、金属板の一方の面に形成された絶縁膜と絶縁層 1 2 とを接着させ、金属板の他方の面に形成された絶縁膜とアノードパネルとを接着し、これらの部材を一体化させ、その後、真空封入することで、表示装置を完成させることもできる。

尚、収束電極を設けた場合、主に、収束電極とアノード電極ユニットの間に放電が生じる。アノード電極ユニットと収束電極との間の最短距離が、アノード電極ユニットと電界放出素子との間の距離 d に相当する。

ゲート電極を、有効領域を 1 枚のシート状の導電材料（開口部を有する）で被覆した形式のゲート電極とすることもできる。この場合には、かかるゲート電極に正の電圧を印加する。そして、各画素を構成するカソード電極とカソード電極制御回路との間に、例えば、T F T から成るスイッチング素子を設け、かかるス
5 イッチング素子の作動によって、各画素を構成する電子放出部への印加状態を制御し、画素の発光状態を制御する。

あるいは又、カソード電極を、有効領域を 1 枚のシート状の導電材料で被覆した形式のカソード電極とすることもできる。この場合には、かかるカソード電極に電圧を印加する。そして、各画素を構成する電子放出部とゲート電極制御回路
10 との間に、例えば、T F T から成るスイッチング素子を設け、かかるスイッチング素子の作動によって、各画素を構成するゲート電極への印加状態を制御し、画素の発光状態を制御する。

冷陰極電界電子放出表示装置は、カソード電極、ゲート電極及びアノード電極から構成された所謂 3 電極型に限定されず、カソード電極及びアノード電極から
15 構成された所謂 2 電極型とすることもできる。実施例 1 にて説明したアノードパネルの構成をこのような構造の表示装置に適用した例の模式的な一部断面図を図 27 に示す。尚、図 27 においては、隔壁やブラックマトリックス、抵抗体 R_0 の図示を省略している。この表示装置における電界放出素子は、支持体 10 上に設けられたカソード電極 11 と、カソード電極 11 上に形成されたカーボン・ナノ
20 チューブ 19 から構成された電子放出部 15A から成る。アノードパネル AP を構成するアノード電極 20 は、複数のストライプ状のアノード電極ユニット 21 から構成されている。尚、ストライプ状のアノード電極ユニット 21 の間は導通していない。電子放出部の構造はカーボン・ナノチューブ構造体に限定されない。ストライプ状のカソード電極 11 の射影像とストライプ状のアノード電極ユニッ
25 ト 21 の射影像とは直交する。具体的には、カソード電極 11 は図面の紙面垂直方向に延び、ストライプ状のアノード電極ユニット 21 は図面の紙面左右方向に

延びている。この表示装置におけるカソードパネルCPにおいては、上述のような電界放出素子の複数から構成された電子放出領域が有効領域に2次元マトリックス状に多数形成されている。

この表示装置においては、アノード電極ユニット21によって形成された電界
5 に基づき、量子トンネル効果に基づき電子放出部15Aから電子が放出され、この電子がアノード電極ユニット21に引き付けられ、蛍光体層31に衝突する。即ち、アノード電極ユニット21の射影像とカソード電極11の射影像とが重複する領域（アノード電極／カソード電極重複領域）に位置する電子放出部15Aから電子が放出される、所謂単純マトリクス方式により、表示装置の駆動が行われ
10 る。具体的には、カソード電極制御回路41からカソード電極11に相対的に負の電圧を印加し、アノード電極制御回路43からアノード電極ユニット21に相対的に正の電圧を印加する。その結果、列選択されたカソード電極11と行選択されたアノード電極ユニット21（あるいは、行選択されたカソード電極11と列選択されたアノード電極ユニット21）とのアノード電極／カソード電極重複領域に位置する電子放出部15Aを構成するカーボン・ナノチューブ19から
15 選択的に真空空間中へ電子が放出され、この電子がアノード電極ユニット21に引き付けられてアノードパネルAPを構成する蛍光体層31に衝突し、蛍光体層31を励起、発光させる。

このような構成の表示装置に対して、実施例1～実施例5で説明した各種のア
20 ノードパネルAPを適用することができる。

アノード電極ユニット21、121を形成した後、抵抗体層28、128を形成する方法の一例を、以下に説明する。即ち、レジストマスク層をアノード電極20、120上にスピンコーティング法にて成膜した後、真空脱泡を行う。次いで、リソグラフィ技術によってレジストマスク層をパターニングした後、係るレ
25 ジストマスク層70をエッチング用マスクとしてアノード電極20、120をエッチングして、アノード電極ユニット21、121を形成する。この状態を、図

28の(A)に模式的に示す。通常、レジストマスク層70の開口の直下のアノード電極20, 120はオーバーエッチングされた状態にある。その後、抵抗体層28, 128を形成するために、レジストマスク層70を残した状態でSiCから成る抵抗体薄膜71をスパッタリング法にて、露出したアノード電極ユニット21, 121の部分、基板30の部分、及び、レジストマスク層70上に形成し、レジストマスク層70を除去することで、抵抗体層28, 128を得ることができる。しかしながら、レジストマスク層70の開口の直下のアノード電極20, 120はオーバーエッチングされた状態にあるので、露出したアノード電極ユニット21, 121上に抵抗体層28, 128が確実に形成されない場合がある(図28の(B)参照)。このような現象の発生を防止するためには、図28の(A)の状態が得られた後、レジストマスク層70をオーバー露光するか、追加現像を行うか、基板30の裏面からの背面露光を行うことで、アノード電極ユニット21, 121の縁部分の上方のレジストマスク層70の部分除去すればよい(図28の(C)参照)。その後、レジストマスク層70を残した状態でSiCから成る抵抗体薄膜71を、スパッタリング法にて、露出したアノード電極ユニット21, 121の部分、基板30の部分、及び、レジストマスク層70上に形成し、レジストマスク層70を除去することで、抵抗体層28, 128を得ることができる。このような方法を採用することで、露出したアノード電極ユニット21, 121上に抵抗体層28, 128が確実に形成される(図28の(D)参照)。

本発明の表示装置においては、アノード電極を、より小さい面積を有するアノード電極ユニットに分割した形で形成するので、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の静電容量を減少させ、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間で生じた放電により発生するエネルギーを低減させることができる。その結果、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の異常放電(真空アーク放電)の発生を効果的に防止することが可能となる。

しかも、本発明の第 1 の態様あるいは第 3 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあっては、アノード電極ユニット間のギャップ長を規定することによって、アノード電極ユニット間における放電の発生を確実に防止できる。また、本発明の第 2 の態様、第 4 の態様、あるいは第 5 の態様に係る冷陰極電界電子放出表示装置にあっては、アノード電極ユニットの面積を規定することによって、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間で生じた放電によってアノード電極ユニットに局所的な損傷が生じることを確実に抑止することができる。以上の結果として、動作の安定性や信頼性に優れ、長寿命の冷陰極電界電子放出表示装置を得ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、1本の給電線、及び、

5 蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、N個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成されており、

各アノード電極ユニットは、該給電線を介してアノード電極制御回路に接続されており、

10 アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電位差を V_A （単位：キロボルト）、アノード電極ユニット間のギャップ長を L_g （単位： μm ）としたとき、

$$V_A/L_g < 1 \text{ (kV}/\mu\text{m)}$$

を満足することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

15 2. 各アノード電極ユニットと給電線との間には隙間が設けられており、

各アノード電極ユニットと給電線とは、抵抗部材を介して接続されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

3. 給電線は、第2の抵抗部材を介して直列に接続されたM個（但し、 $2 \leq M \leq N$ ）の給電線ユニットから構成されており、1つの給電線ユニットは1個ある

20 いは2個以上のアノード電極ユニットに接続されていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

4. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

25 5. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、ア

ノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

6. アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d (単位: mm)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm^2) としたとき、

5
$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

7. アノード電極ユニット間には、抵抗体層が形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

10 8. 隣接するアノード電極ユニットに対向していないアノード電極ユニットの縁部分は、抵抗体層で被覆されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

9. 各アノード電極ユニットと給電線との間には隙間が設けられており、

15 各アノード電極ユニットと給電線とは、抵抗部材を介して接続されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

10. 給電線は、第2の抵抗部材を介して直列に接続された M 個 (但し、 $2 \leq M \leq N$) の給電線ユニットから構成されており、1つの給電線ユニットは1個あるいは2個以上のアノード電極ユニットに接続されていることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

20 11. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

12. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

25 直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

13. アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d (単位: mm)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm^2) としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする請求の範囲第7項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

14. 冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、1本の給電線、及び、
蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

10 アノード電極は、 N 個 (但し、 $N \geq 2$) のアノード電極ユニットから構成されており、

各アノード電極ユニットは、該給電線を介してアノード電極制御回路に接続されており、

15 アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d (単位: m)、アノード電極ユニットの面積を S (単位: mm^2) としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

15. 各アノード電極ユニットと給電線との間には隙間が設けられており、

20 各アノード電極ユニットと給電線とは、抵抗部材を介して接続されていることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

16. 給電線は、第2の抵抗部材を介して直列に接続された M 個 (但し、 $2 \leq M \leq N$) の給電線ユニットから構成されており、1つの給電線ユニットは1個あるいは2個以上のアノード電極ユニットに接続されていることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

25 17. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第14項に記載

の冷陰極電界電子放出表示装置。

18. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていること

5 を特徴とする請求の範囲第17項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

19. アノード電極ユニット間には、抵抗体層が形成されていることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

20. 隣接するアノード電極ユニットに対向していないアノード電極ユニットの縁部分は、抵抗体層で被覆されていることを特徴とする請求の範囲第19項に

10 記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

21. 各アノード電極ユニットと給電線との間には隙間が設けられており、

各アノード電極ユニットと給電線とは、抵抗部材を介して接続されていることを特徴とする請求の範囲第19項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

22. 給電線は、第2の抵抗部材を介して直列に接続されたM個（但し、 $2 \leq$
15 $M \leq N$ ）の給電線ユニットから構成されており、1つの給電線ユニットは1個ある
いは2個以上のアノード電極ユニットに接続されていることを特徴とする請求
の範囲第21項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

23. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライ
20 イプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第19項に記載
の冷陰極電界電子放出表示装置。

24. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第23項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

25 25. 冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

アノード電極は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成されており、

5 アノード電極ユニット間には抵抗体層が形成されており、

1つのアノード電極ユニットがアノード電極制御回路に接続されており、

アノード電極制御回路出力電圧と冷陰極電界電子放出素子印加電圧との間の電位差を V_A （単位：キロボルト）、アノード電極ユニット間のギャップ長を L_g （単位： μm ）としたとき、

10 $V_A/L_g < 1$ （ $\text{kV}/\mu\text{m}$ ）

を満足することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

26. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第25項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

15 27. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第26項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

28. アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離を d （単位： mm ）、アノード電極ユニットの面積を S （単位： mm^2 ）としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする請求の範囲第25項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

29. 隣接するアノード電極ユニットに対向していないアノード電極ユニット
25 の縁部分は、抵抗体層で被覆されていることを特徴とする請求の範囲第25項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

30. 冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

5 アノード電極は、N個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成されており、

アノード電極ユニット間には抵抗体層が形成されており、

1つのアノード電極ユニットがアノード電極制御回路に接続されており、

10 アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間の距離をd（単位：mm）、アノード電極ユニットの面積をS（単位： mm^2 ）としたとき、

$$(V_A/7)^2 \times (S/d) \leq 2250$$

を満足することを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

31. 蛍光体層と基板との間には、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第30項に記載
15 の冷陰極電界電子放出表示装置。

32. 1画素を構成する単位蛍光体層の複数が直線状に配列されており、

直線状に配列された複数の単位蛍光体層から構成された列と基板との間に、アノード電極制御回路に接続されたストライプ状の透明電極が形成されていることを特徴とする請求の範囲第31項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

20 33. 隣接するアノード電極ユニットに対向していないアノード電極ユニットの縁部分は、抵抗体層で被覆されていることを特徴とする請求の範囲第30項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

34. 冷陰極電界電子放出素子を複数備えたカソードパネルと、アノードパネルとが、それらの周縁部で接合されて成る冷陰極電界電子放出表示装置であって、

25 アノードパネルは、基板、基板上に形成された蛍光体層、及び、蛍光体層上に形成されたアノード電極から構成されており、

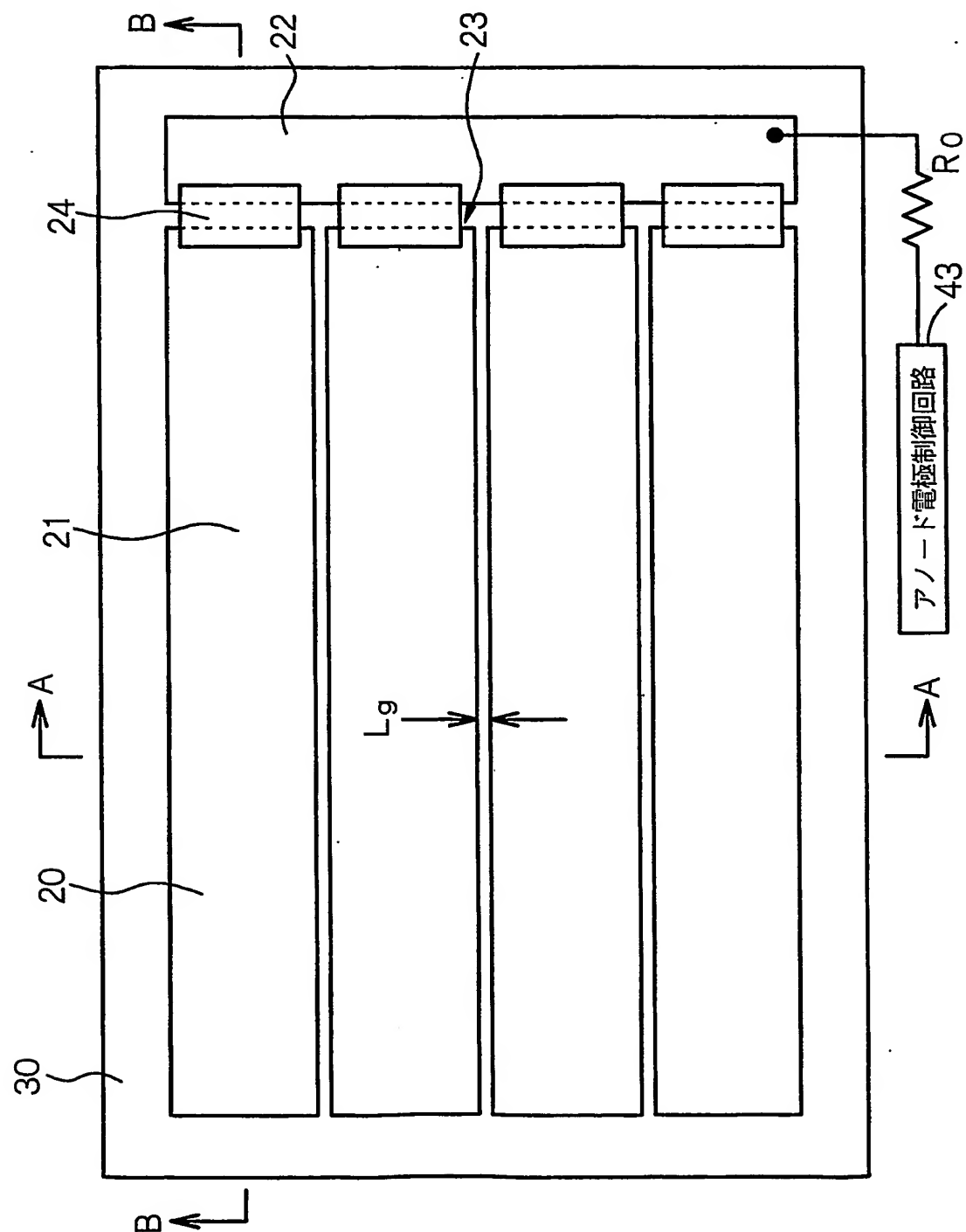
アノード電極は、 N 個（但し、 $N \geq 2$ ）のアノード電極ユニットから構成されており、

アノード電極ユニットの大きさは、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間で生じた放電により発生したエネルギーによってアノード電極ユニットが局所的に蒸発しない大きさであることを特徴とする冷陰極電界電子放出表示装置。

35. アノード電極ユニットの大きさは、アノード電極ユニットと冷陰極電界電子放出素子との間で生じた放電により発生したエネルギーによって、アノード電極ユニットにおける1サブピクセルに相当する大きさの部分が蒸発しない大きさであることを特徴とする請求の範囲第34項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

36. アノード電極ユニット間には抵抗体層が形成されていることを特徴とする請求の範囲第34項に記載の冷陰極電界電子放出表示装置。

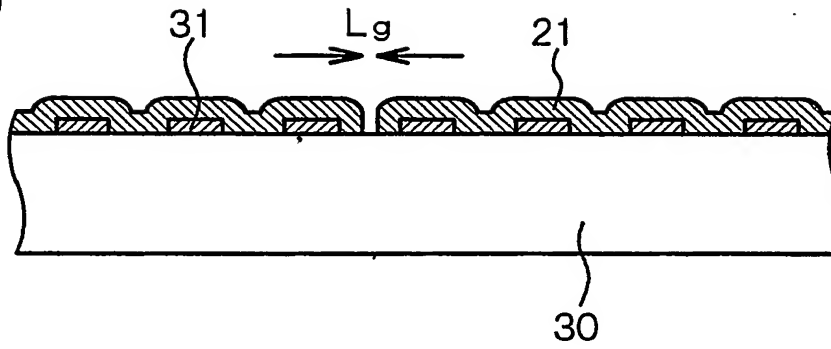
圖 1



2 / 29

図 2

(A)



(B)

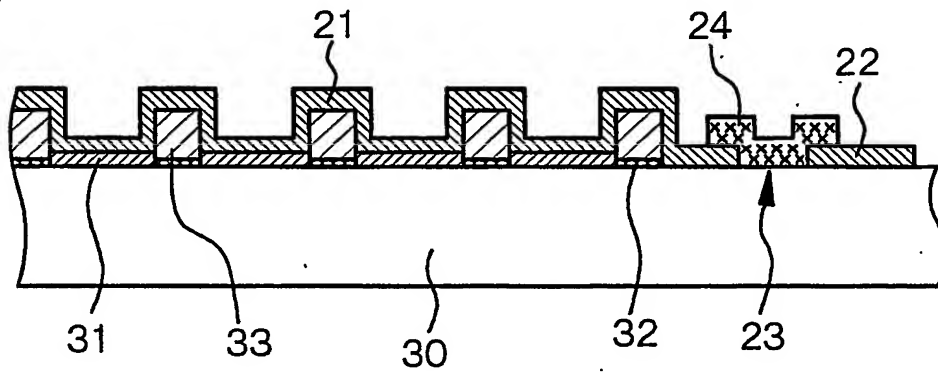


図 4

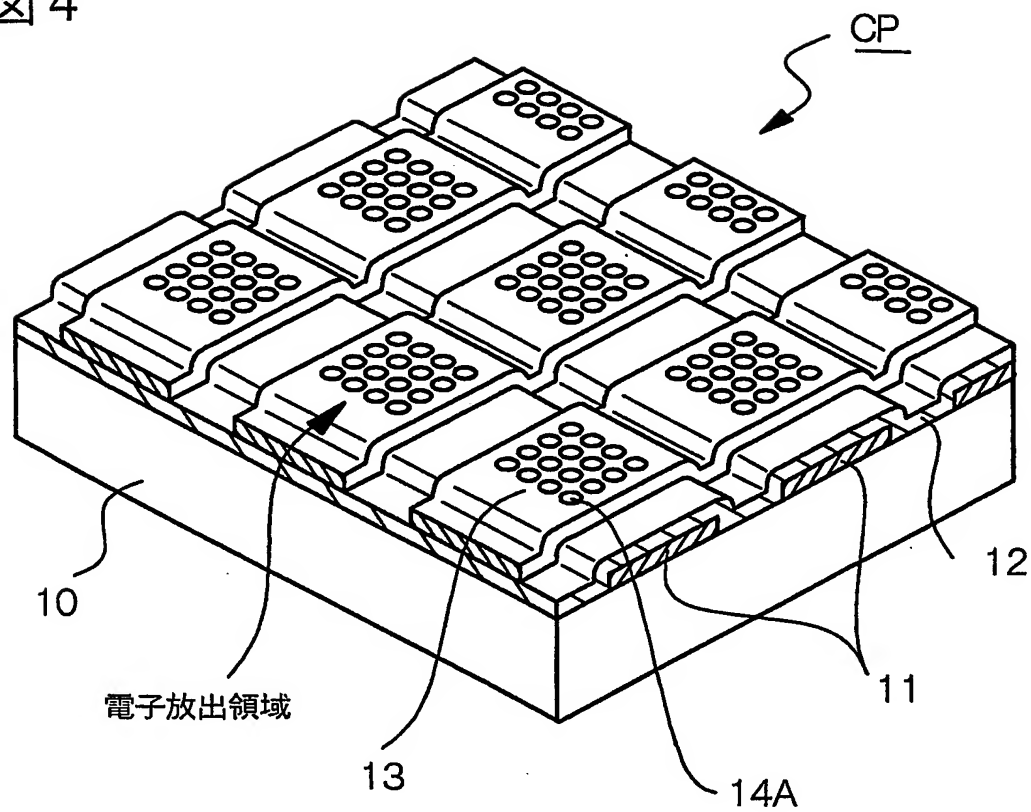


図 5

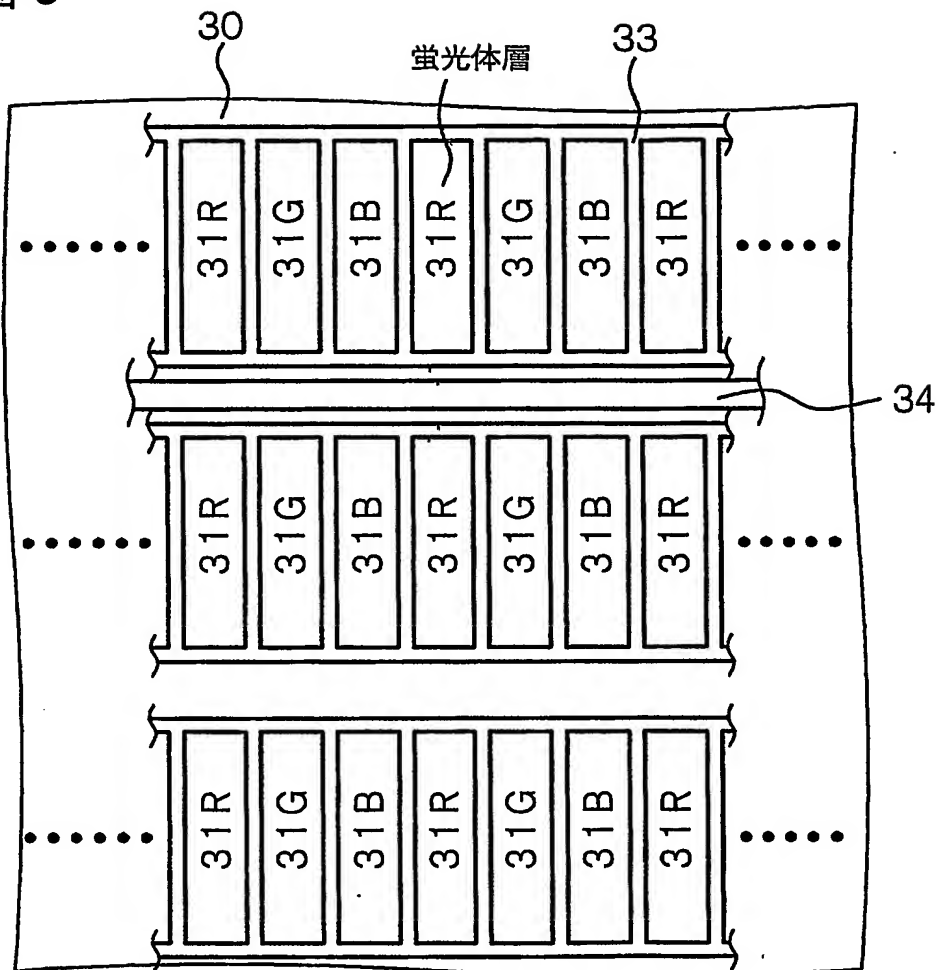


図 6

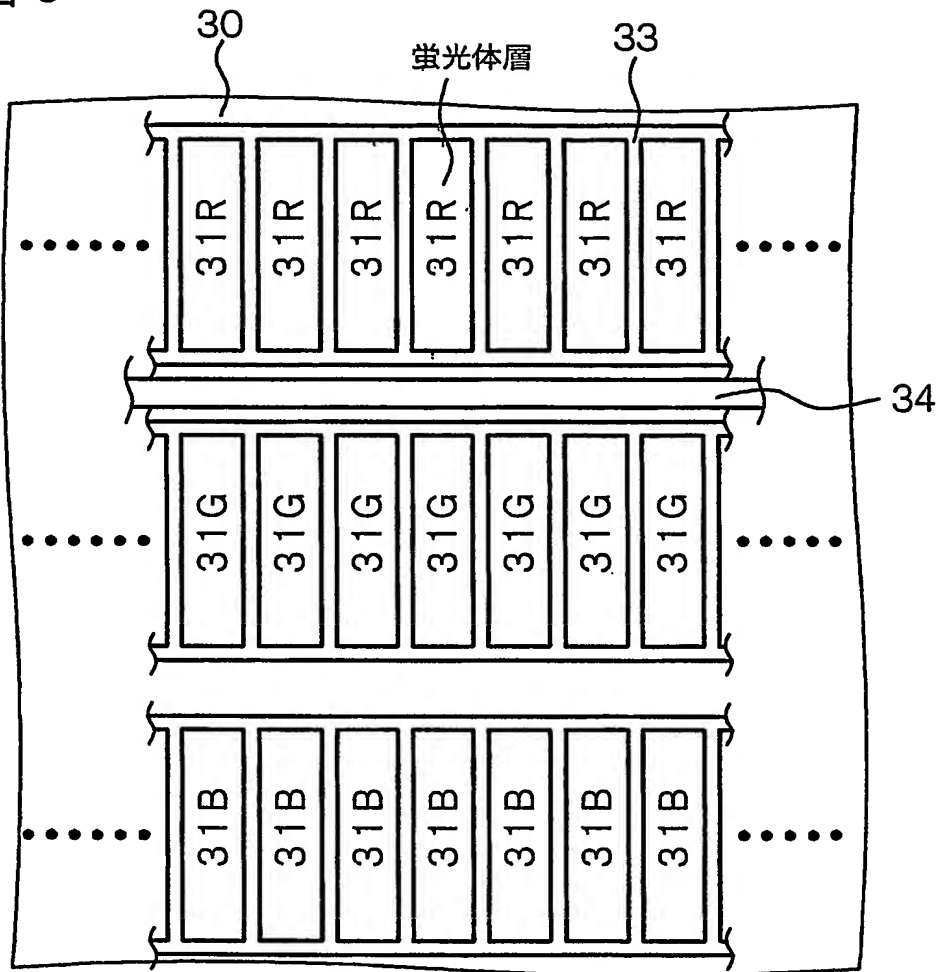


図 7

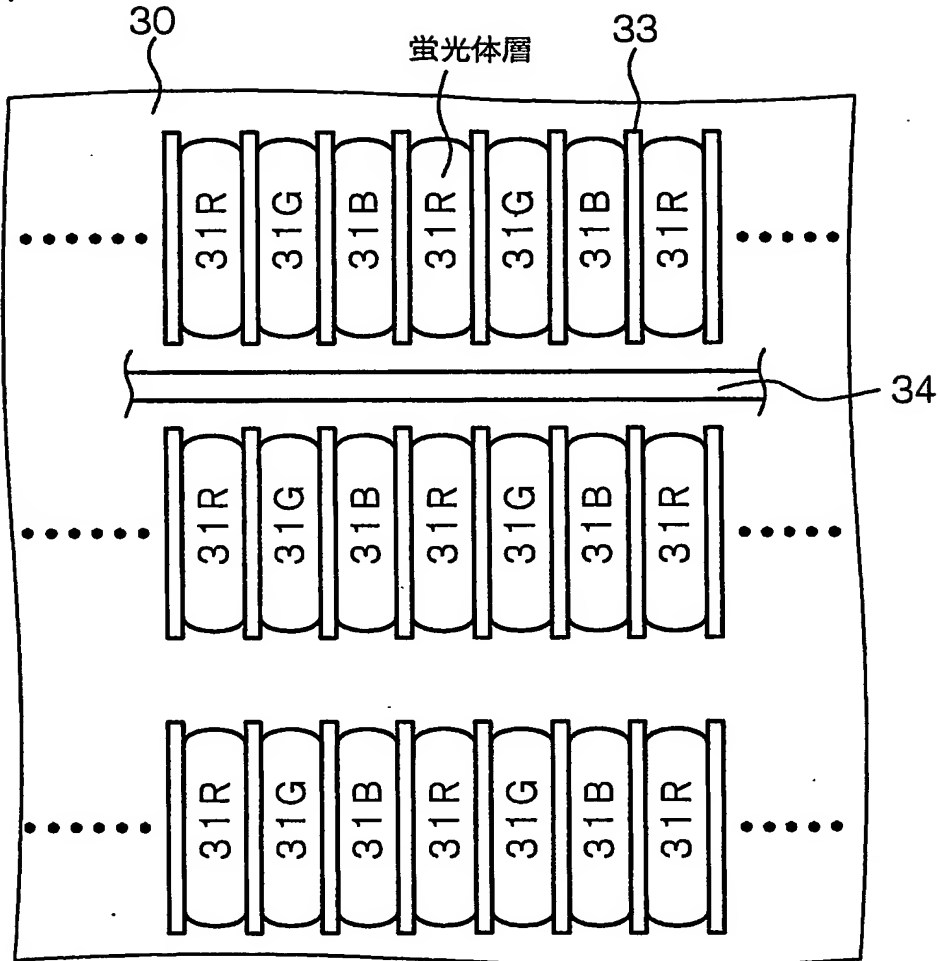


図 8

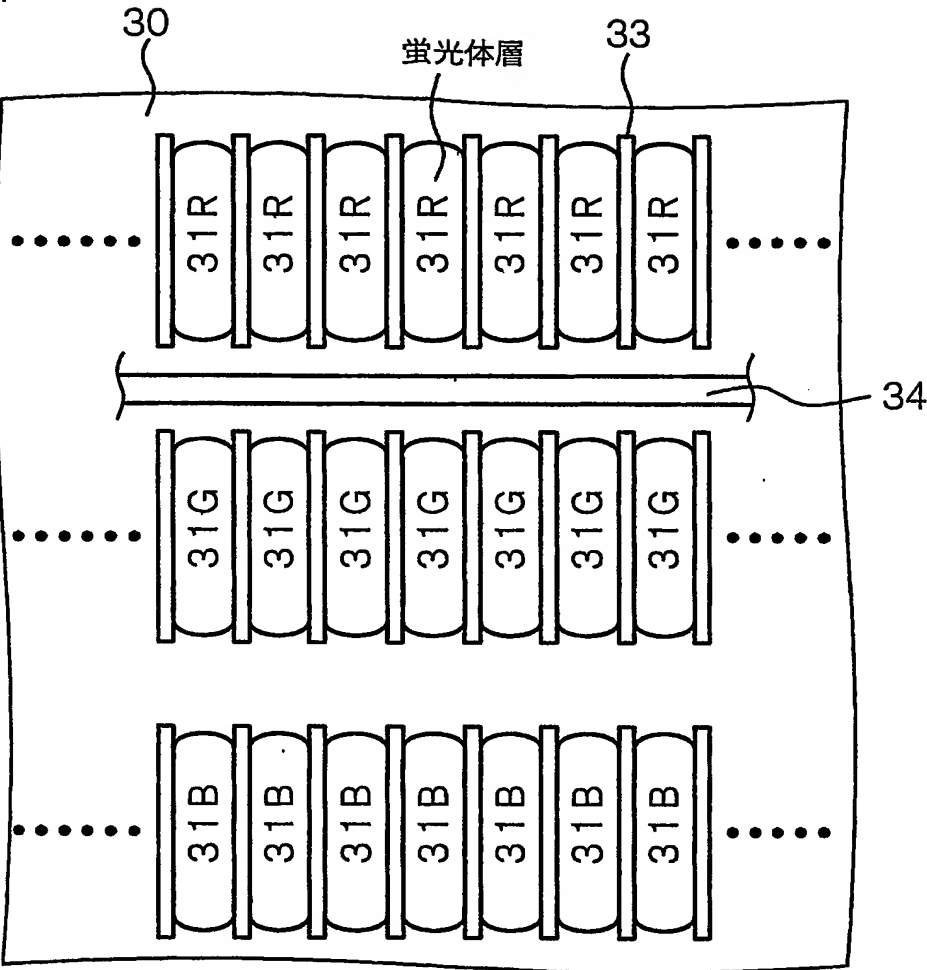
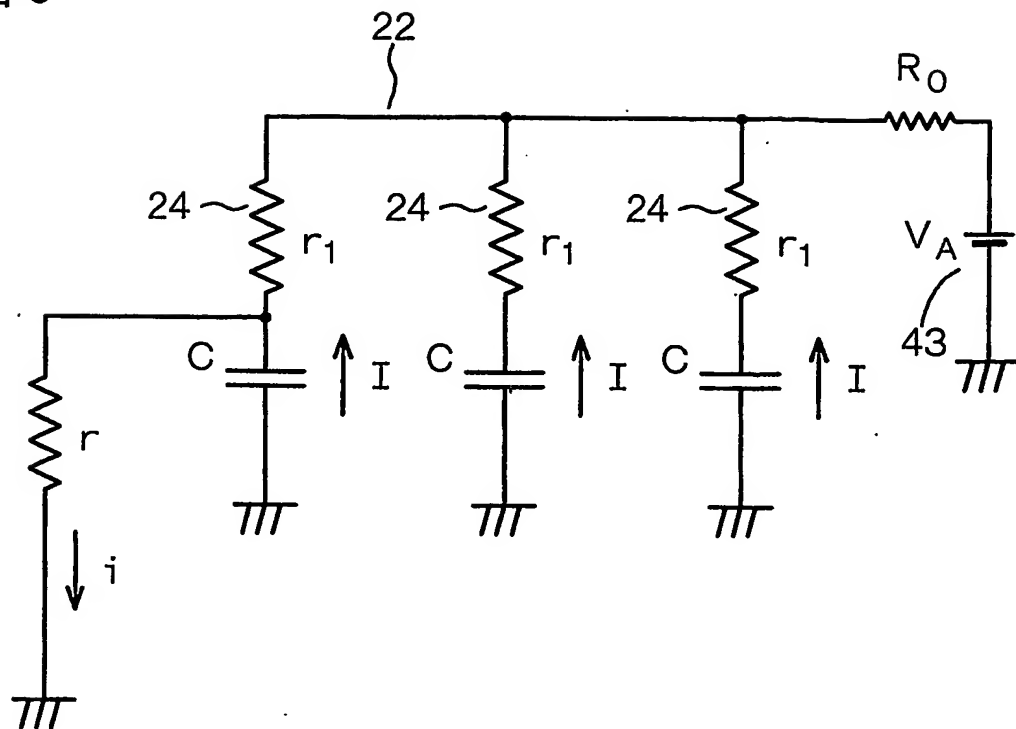


図 9



10/29

図 10

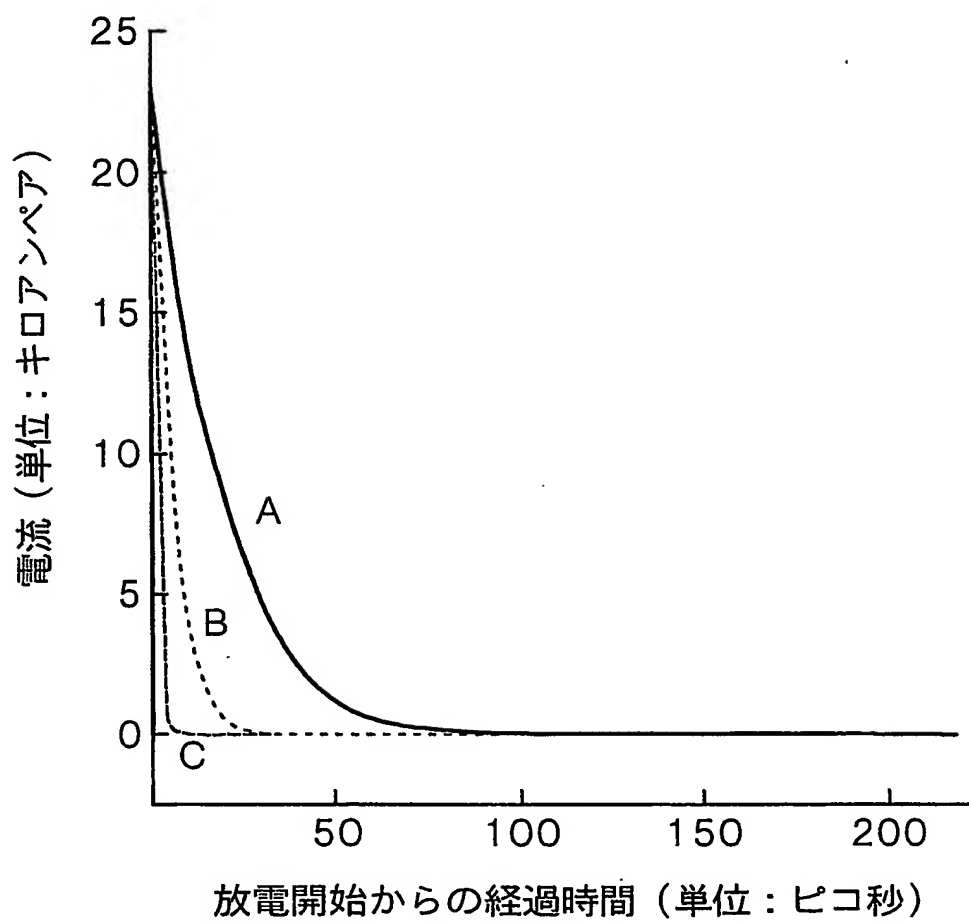
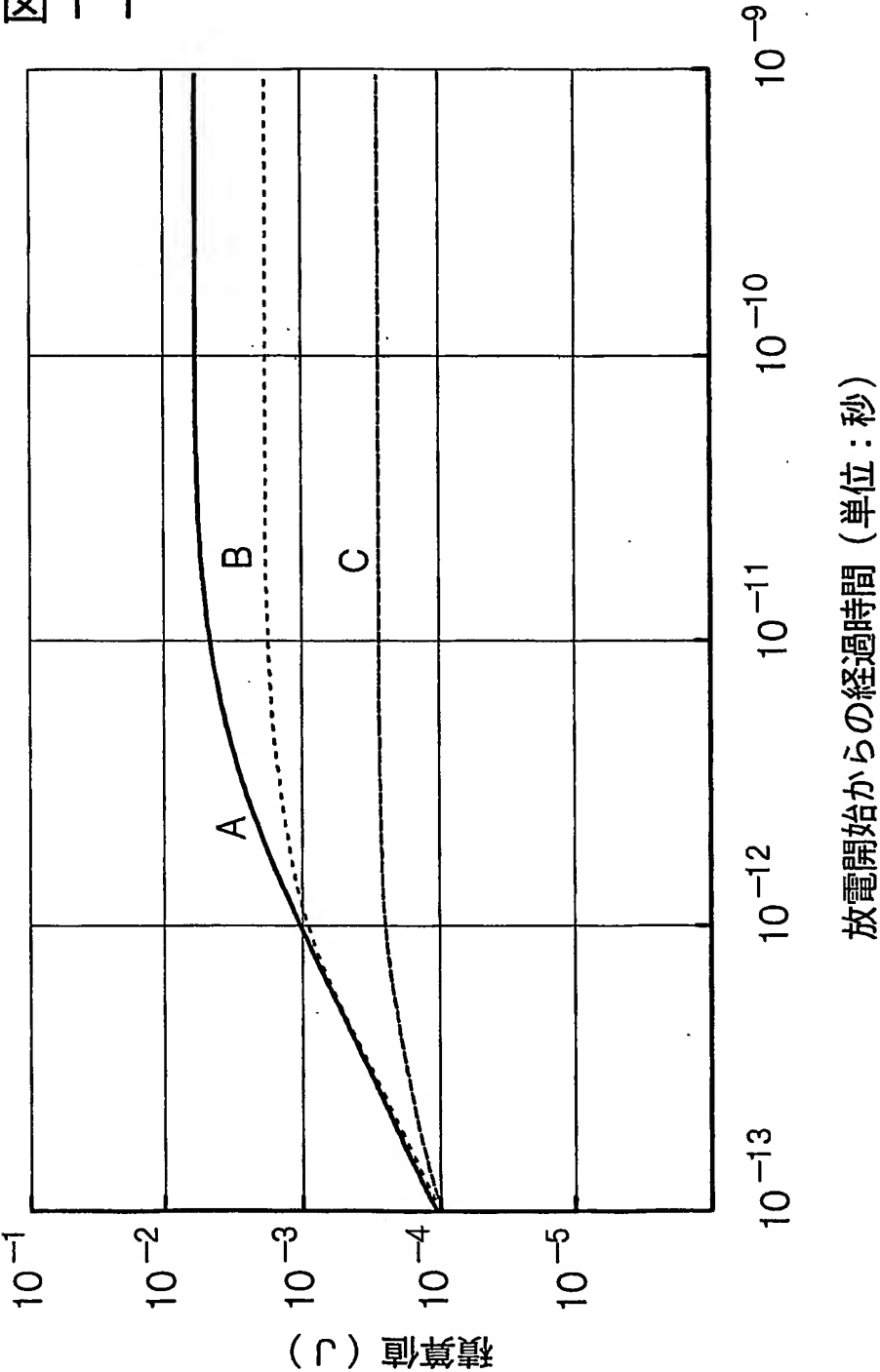
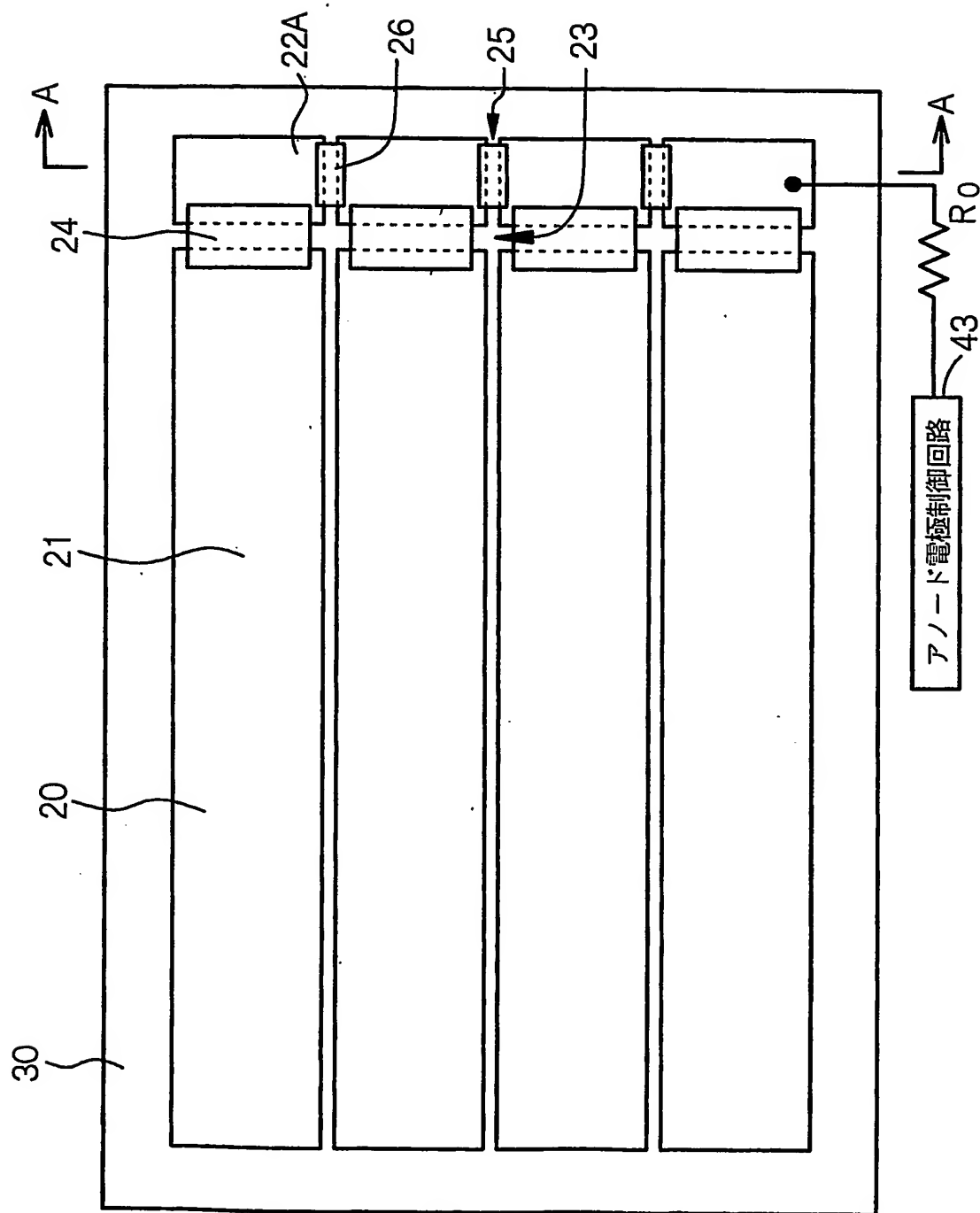


図 11



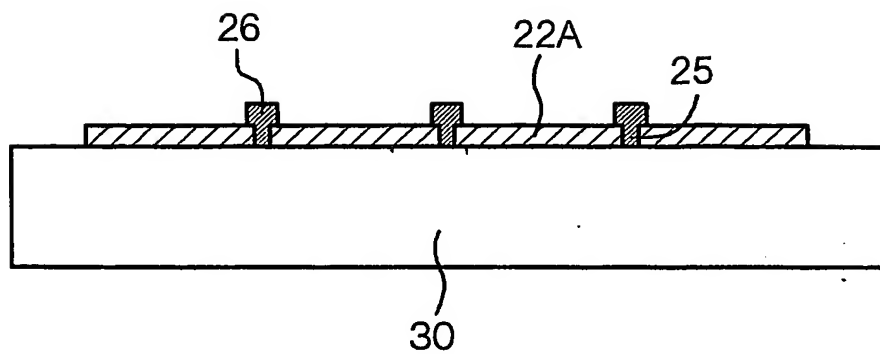
1 2 / 2 9

図 1 2



1 3 / 2 9

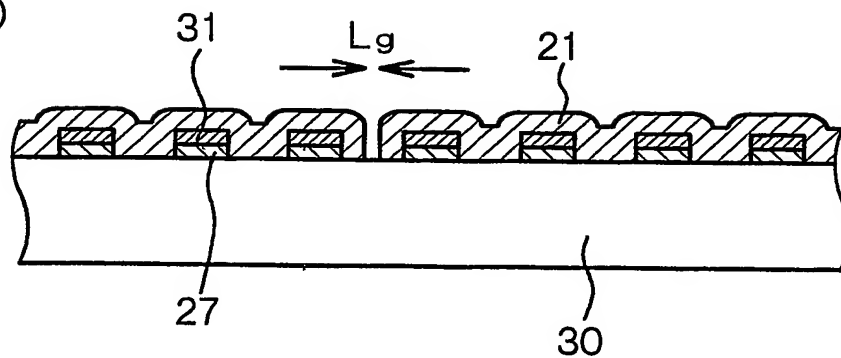
図 1 3



1 4 / 2 9

図 1 4

(A)



(B)

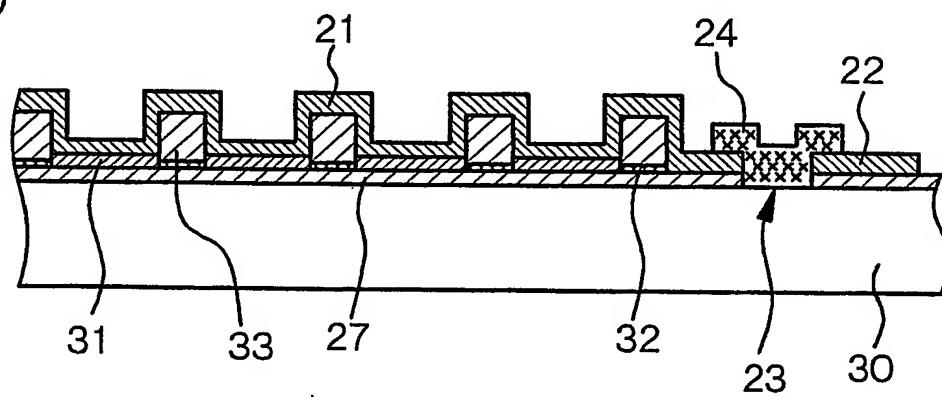
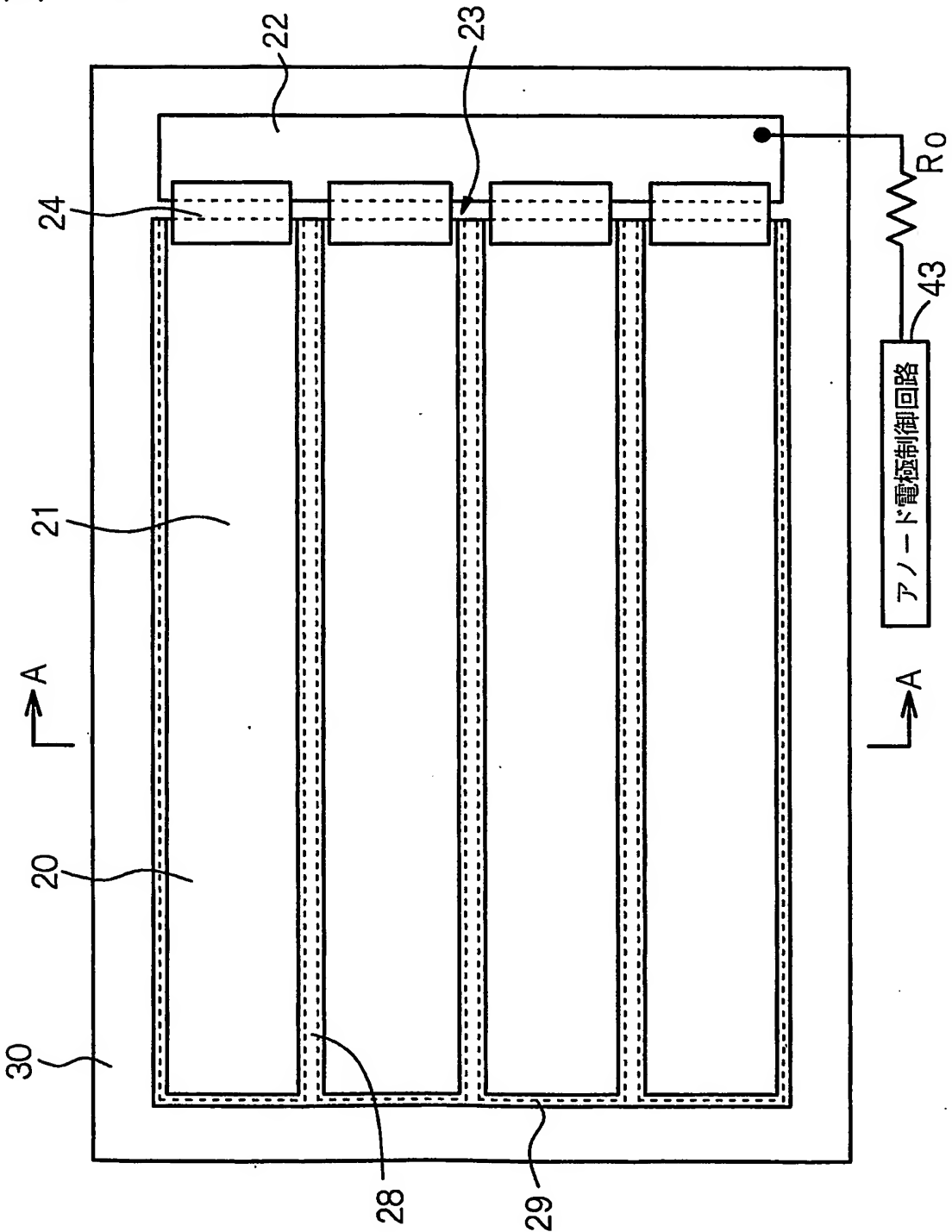
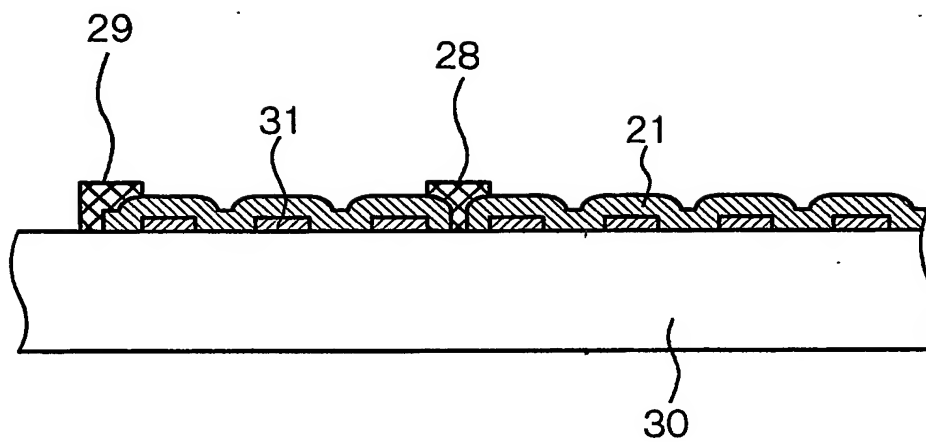


図 15



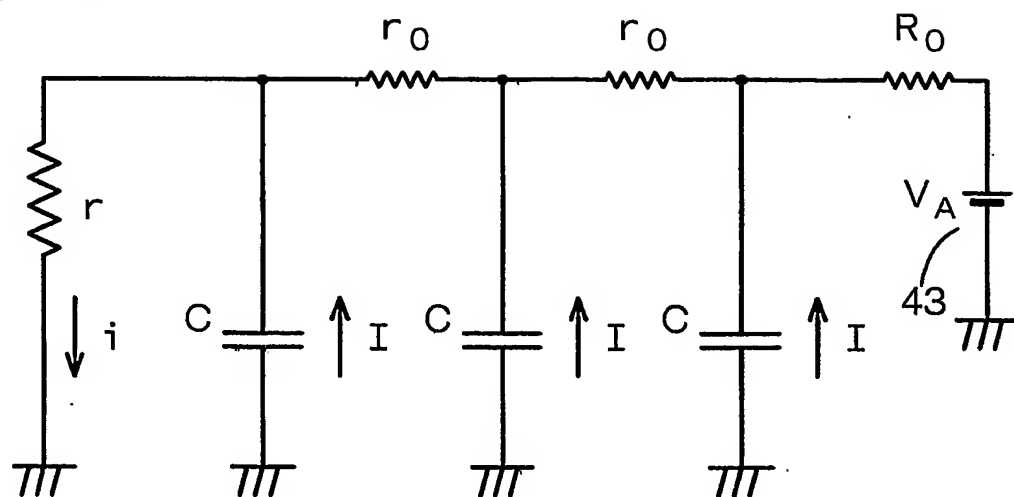
16/29

図 16



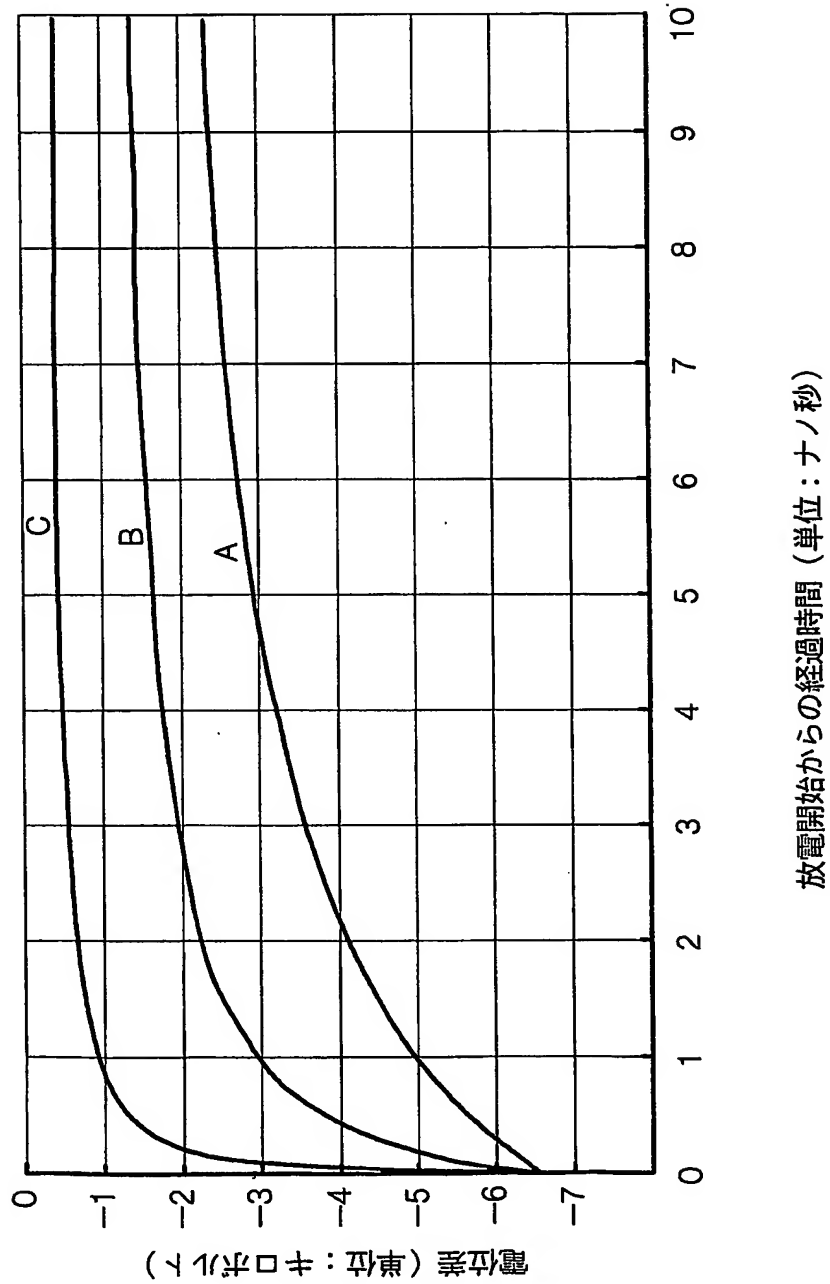
18/29

図 18



19/29

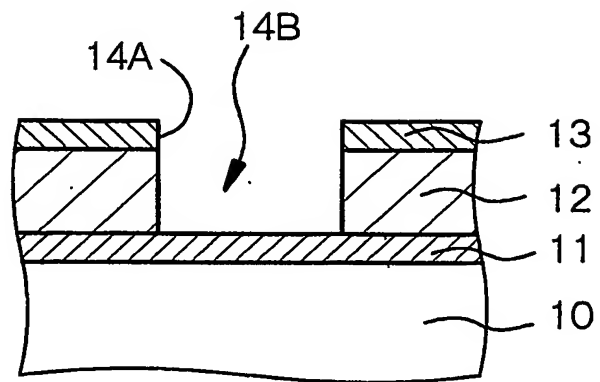
図 19



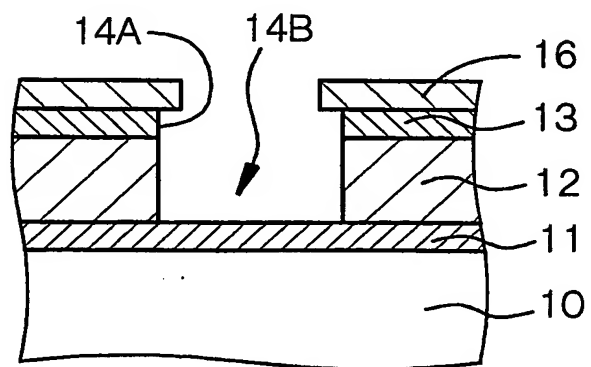
20/29

図 20

(A) [工程-A 2]



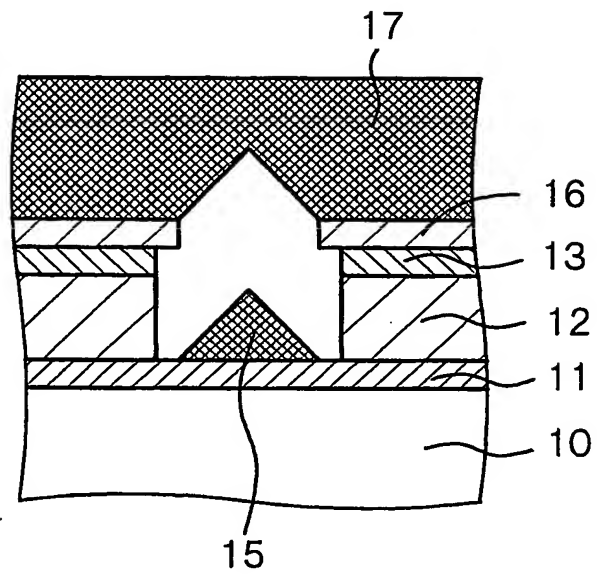
(B) [工程-A 3]



21/29

図 21

(A) [工程-A 4]



(B) [工程-A 5]

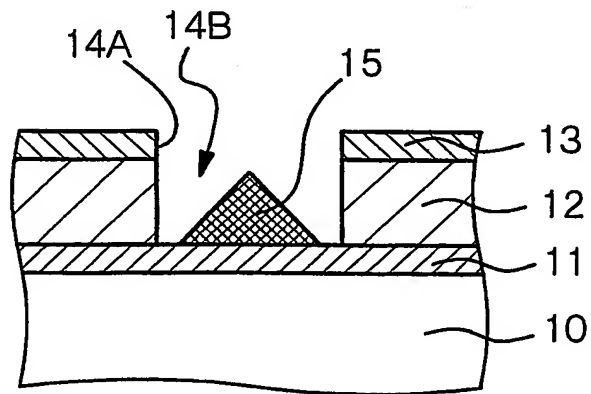
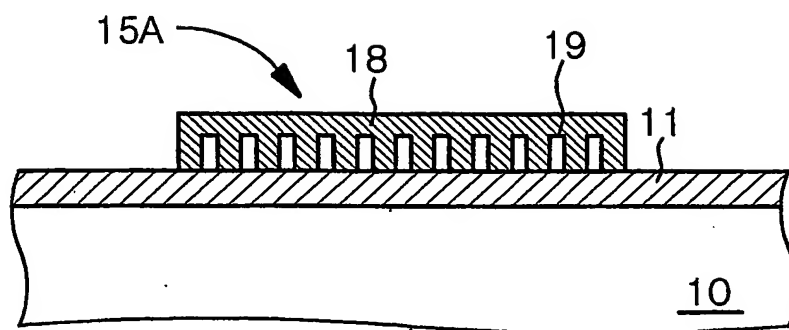
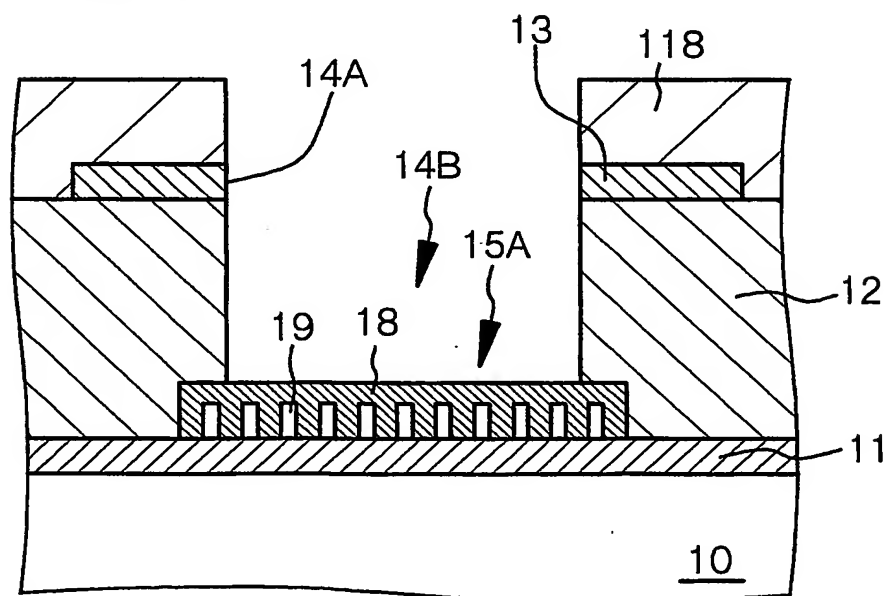


図 2 2

(A) [工程-B 3]



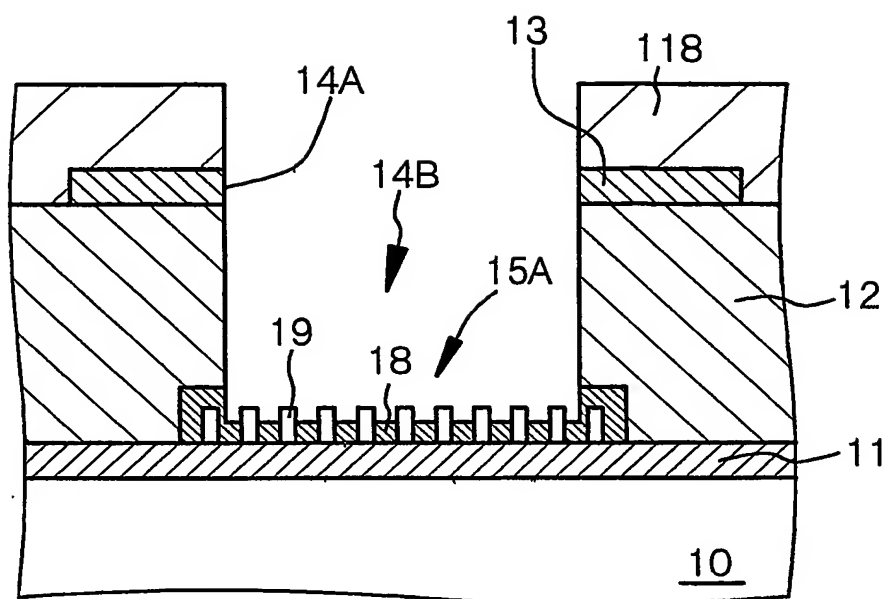
(B) [工程-B 5]



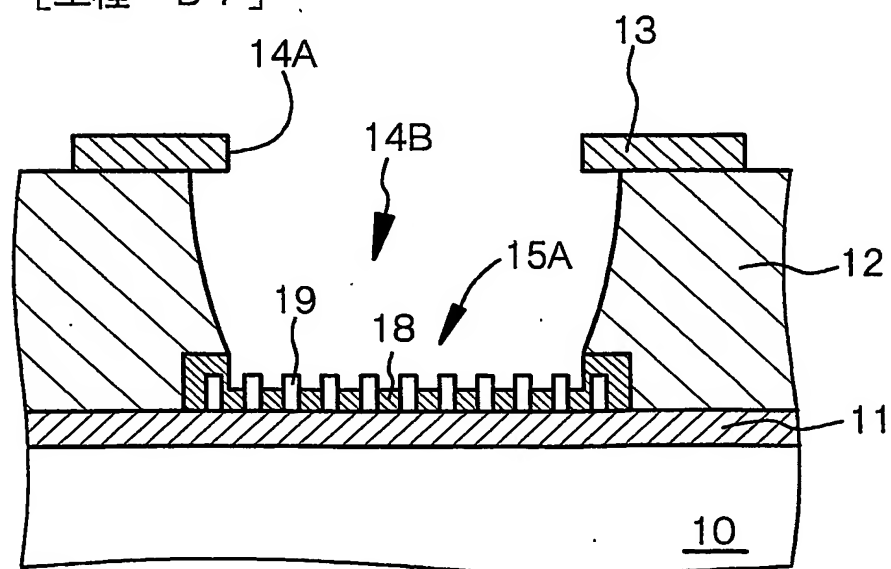
23/29

図 23

(A) [工程-B 6]



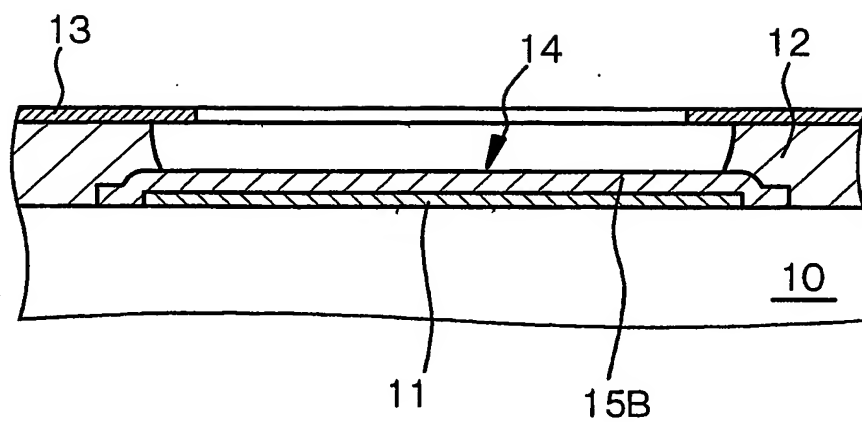
(B) [工程-B 7]



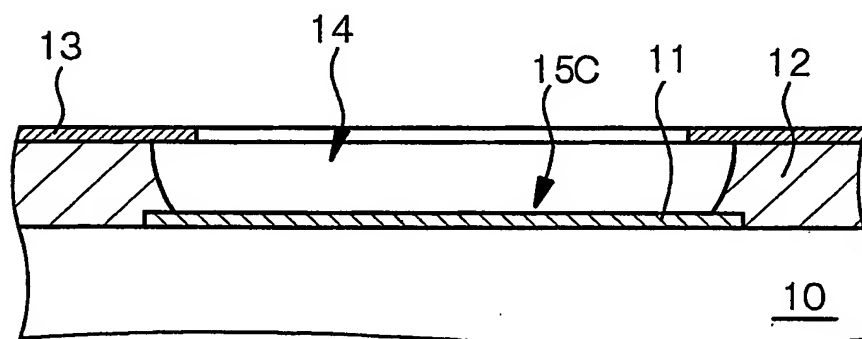
24/29

図 24

(A)



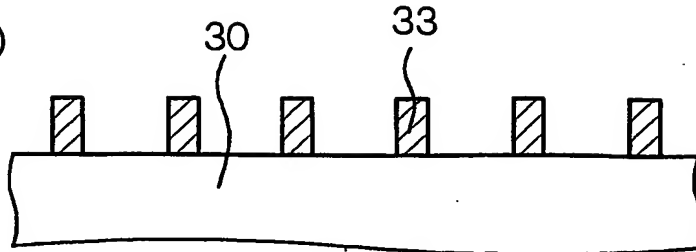
(B)



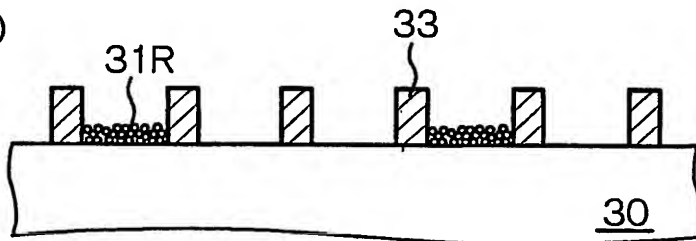
25 / 29

図 25

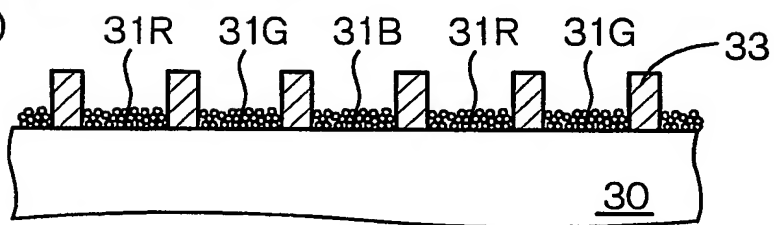
(A)



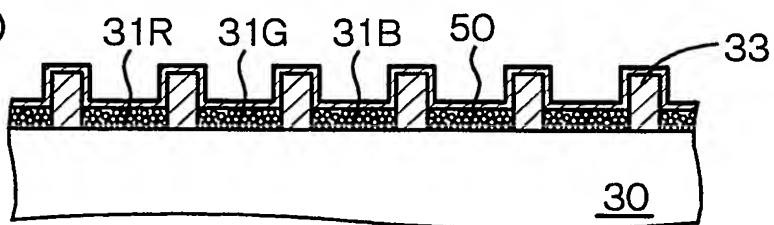
(B)



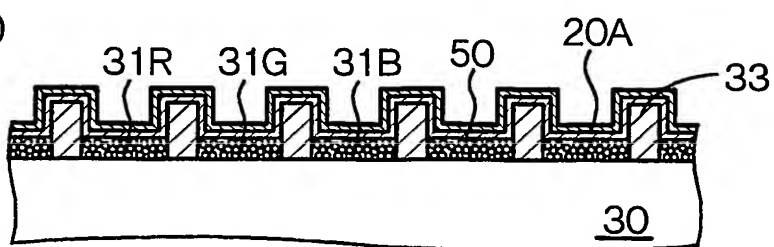
(C)



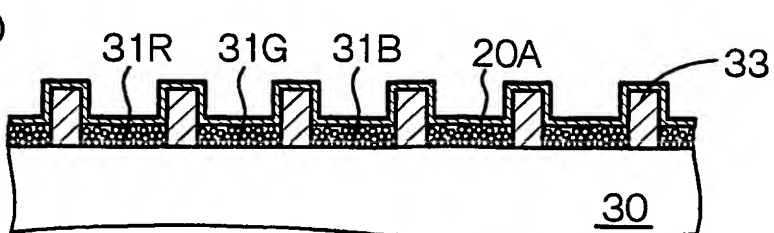
(D)



(E)



(F)



26 / 29

図 26

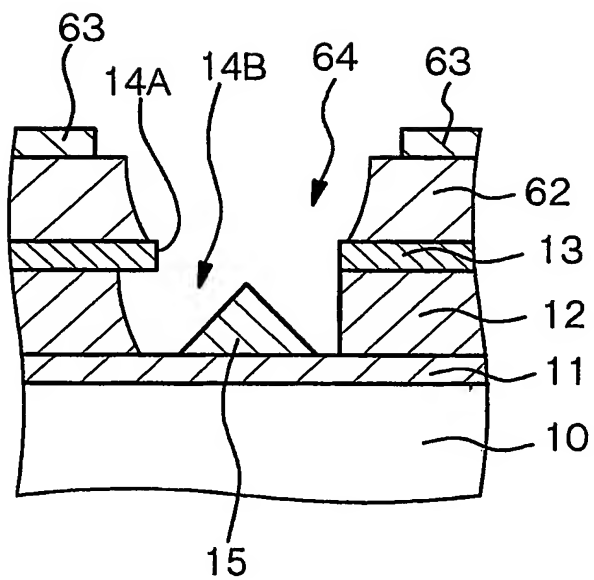
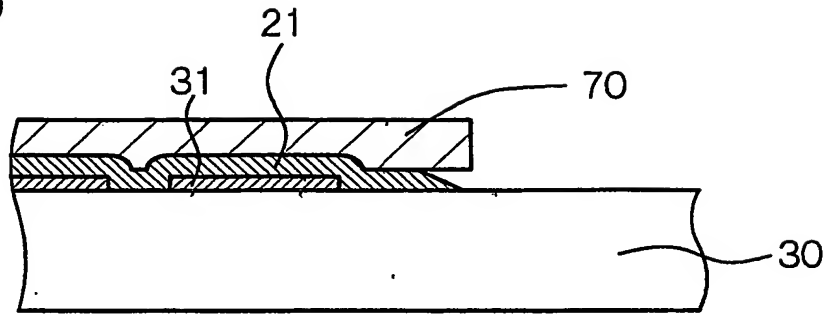
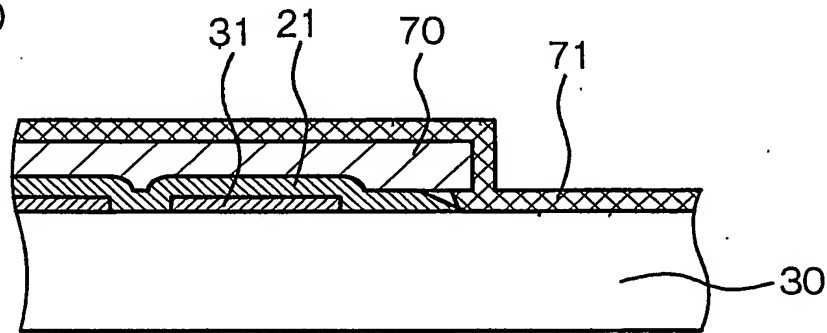


図 28

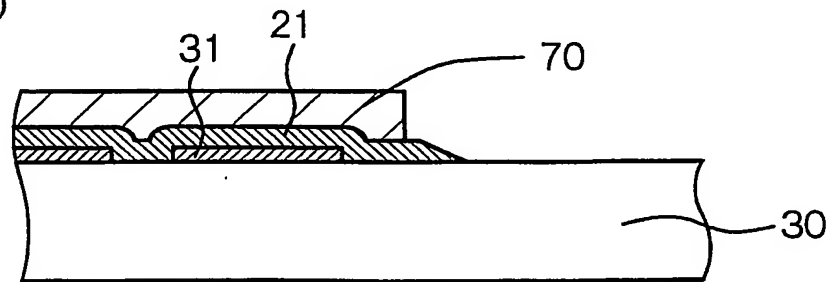
(A)



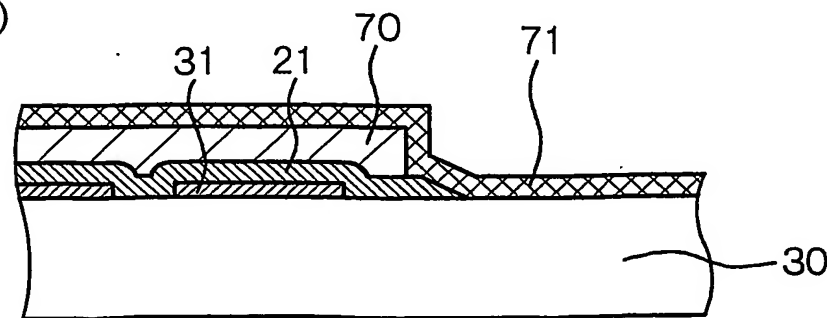
(B)



(C)

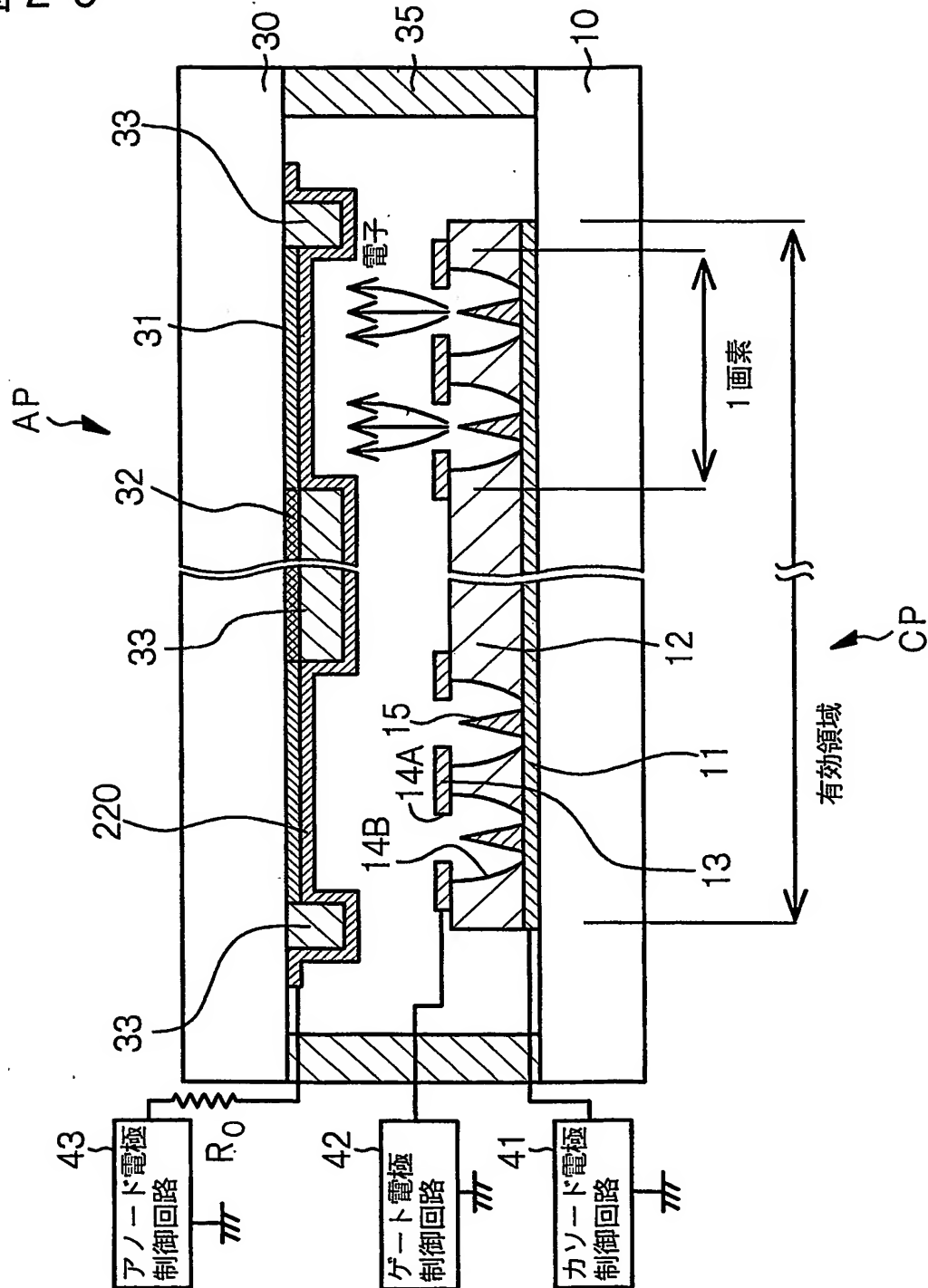


(D)



29 / 29

図 29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03801

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01J31/12, 29/28, 29/92

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01J31/12, 29/28, 29/92

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|--|
| X | JP 3199682 B2 (Canon Inc.), 20 August, 2001 (20.08.01), | 1, 2, 6, 14, 15, 34, 35 |
| Y | Par. Nos. [0019], [0049] to [0069], [0101] to [0106], [0225] to [0230]; Figs. 1, 30 | 4, 5, 7, 9, 11-13, 17-19, 21, 23, 24, 36 |
| A | & EP 866491 A2 & CN 1208944 A & KR 98080531 A | 3, 8, 10, 16, 20, 22, 25-33 |
| X | JP 2000-251797 A (Canon Inc.), | 1, 7 |
| Y | 14 September, 2000 (14.09.00), | 9, 11-13, 19, 21, 23, 24, 36 |
| A | Full text; all drawings (Family: none) | 3, 8, 10, 16, 20, 22, 25-33 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 June, 2003 (24.06.03)

Date of mailing of the international search report
08 July, 2003 (08.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Internal application No.

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03801

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

The technical feature common to the inventions of claims 1-13, 25-29 (hereinafter, referred to invention A) is that the gap length between the anode electrode units is set to a predetermined range.

The technical feature common to the inventions of claims 14-24, 30-33, 34-36 (hereinafter, referred to invention B) is that the anode electrode unit area and size are set to a predetermined range.

The technical feature common to invention A and invention B is that the anode electrode consists of more than one anode electrode units in the known cold cathode electric field electron emission display device. This technical feature is not novel since it is disclosed in JP 2001-243893 A as is pointed out by the applicant. There is no technical relationship between the invention A and the invention B involving one or more of the same technical features including a "special technical feature".

The technical feature of the invention A (concerning the gap between the anode electrodes) and the technical feature of the invention B (concerning the anode electrode unit area and size) do not correspond to each other.

Accordingly there is no technical relationship between the invention A and the invention B involving one or more of the corresponding technical features including a "special technical feature".

It should be noted that the "special technical feature" is a technical feature which defines the contribution over the prior art (PCT Rule 13.2).

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01J31/12, 29/28, 29/92

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01J31/12, 29/28, 29/92

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|---|
| X | J P 3 1 9 9 6 8 2 B 2. (キヤノン株式会社) 2 0 0 1. 0 8. 2 0, | 1, 2, 6, 14, 15, 3 4, 35 |
| Y | 【0019】、【0049】-【0069】、【0101】-【0106】、【0225】-【0230】、【図1】、【図30】 & E P 8 6 6 4 9 1 A 2 & C N 1 2 0 8 9 4 4 A | 4, 5, 7, 9, 11-13, 17-19, 21, 23, 2 4, 36 |
| A | & K R 9 8 0 8 0 5 3 1 A | 3, 8, 10, 16, 20, 2 2, 25-33 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 6 . 0 3

国際調査報告の発送日

08.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

波多江 進

2 G

9 5 0 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3224

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|----------------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X | J P 2000-251797 A (キヤノン株式会社) | 1, 7 |
| Y | 2000. 09. 14, 全文、全図 (ファミリーなし) | 9, 11-13, 19, 21, 23, 24, 36 |
| A | | 3, 8, 10, 16, 20, 2 2, 25-33 |
| Y | J P 2001-243893 A (ソニー株式会社) 2001. 09. 07, 【0087】-【0091】、【図13】、【図14】 &KR 2000076773 A | 4, 5, 11, 12, 17, 1 8, 23, 24 |

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

第II欄の続き

請求の範囲1-13と請求の範囲25-29とは、アノード電極ユニット間のギャップ長を所定範囲とする共通の特別な技術的特徴を有する発明（以下、発明A）であり、請求の範囲14-24と請求の範囲30-33と請求の範囲34-36とは、アノード電極ユニットの面積、大きさを所定範囲とする共通の特別な技術的特徴を有する発明（以下、発明B）である。

しかしながら、発明Aと発明Bとに共通する技術的特徴は、周知の冷陰極電界電子放出表示装置において、アノード電極が2以上のアノード電極ユニットから構成される点であるが、この点は出願人が明細書に記載しているとおり、JP 2001-243893 Aに開示されているように公知であり、発明Aと発明Bとの間には、一以上の同一の「特別な技術的特徴」を含む技術的な関係があるとは認められない。

また、上記の発明Aの特別な技術的特徴と、発明Bの特別な技術的特徴とは、上記のようにアノード電極間のギャップに関するものと、アノード電極ユニットの面積、大きさに関するものであり、互いに対応するものでもない。

したがって、発明Aと発明Bとの間には、一以上の対応する「特別な技術的特徴」を含む技術的關係があるとも認められない。

なお、「特別な技術的特徴」とは、各発明が全体として先行技術に対する貢献を明確にする技術的特徴をいうものである（PCT規則13.2）。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.